

Вінницький національний технічний університет

Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії

Кафедра теплоенергетики

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«Енергоефективність теплохолодопостачання громадської будівлі
в місті Вінниця»

Виконав: студент 2 курсу групи ТЕ-21м
спеціальності 144 - теплоенергетика

Ящук Р.В.

Керівник Степанов Д.В.

« 14 » 12 2022 р.

Опонент Бондар А.В.

« 19 » 12 2022 р.

Допущено до захисту
В.о. завідувача кафедри ТЕ

Дмитро СТЕПАНОВ

« 08 » 12 2022 р.

Вінницький національний технічний університет
Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії
Кафедра теплоенергетики
Рівень вищої освіти II (магістерський)
Галузь знань 14 – електрична інженерія
Спеціальність 144 - теплоенергетика
Освітньо-професійна програма Теплоенергетика

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри ТЕ

Дмитро СТЕПАНОВ

15 "09" 2022 р.

ФАКУЛЬТЕТ
БУДІВНИЦТВА,
ЦИВІЛЬНОЇ ТА
ЕКОЛОГІЧНОЇ
ІНЖЕНЕРІЇ

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

ЯЩУКУ РУСЛАНУ ВОЛОДИМИРОВИЧУ

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Енергоефективність теплохолодопостачання громадської будівлі в місті Вінниця»

керівник роботи Степанов Д.В., к.т.н., доцент,
(прізвище, ініціали, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 14.09.2022 р. № 203.

2. Строк подання студентом роботи 6 грудня 2022 року.

3. Вихідні дані до роботи: опалювальна площа будівлі 181,8 м², опалювальний об'єм приміщень 545,4 м³. Розрахункова температура для опалення - 21°C. Середня внутрішня температура в приміщеннях в режимі опалення 15,2°C, а в режимі охолодження 24°C.

4. Зміст текстової частини: характеристика об'єкту проектування, аналітичний огляд літературної та патентної інформації; розробка математичної моделі для дослідження показників енергопотреби та енергоспоживання будівлі; результати моделювання та дослідження енергозбережних заходів для забезпечення нормованої енергопотреби; технологія монтажу обладнання системи опалення та вентиляції громадської будівлі; охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях, економічна частина

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) плани на відмітках 0,000 та 3.300; математична модель для визначення енергопотреби та енергоспоживання будівлі; енергетичний сертифікат будівлі; результати дослідження впливу енергозбережних заходів на енергопотребу будівлі; плани будівлі з системами опалення, кондиціонування та вентиляції; схеми систем опалення, кондиціонування та вентиляції монтажні аксонометричні; календарний план виконання монтажних робіт; техніко-економічні показники

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
ОП	Кобилянська І.М доц. каф. БЖДПБ		
ТЕП	Лялюк О.Г., доц. каф. БМГА		

7. Дата видачі завдання 15.09.2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів МКР	Строк виконання етапів МКР	Примітка
1	Характеристика об'єкту проектування, аналітичний огляд літературної та патентної інформації	14.09.2022 – 24.09.2022	
2	Розробка математичної моделі для дослідження показників енергопотребити та енергоспоживання будівлі	25.09.2022 – 04.10.2022	
3	Результати моделювання та дослідження енергозберіжних заходів для забезпечення нормованої енергопотребити	05.10.2022 – 15.10.2022	
4	Технологія монтажу обладнання системи опалення та вентиляції громадської будівлі	16.10.2022 – 26.10.2022	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	27.10.2022 – 06.11.2022	
6	Техніко-економічні показники	07.11.2022 – 18.11.2022	
7	Оформлення пояснювальної записки та графічного і ілюстративного матеріалу	19.11.2022 – 06.12.2022	

Студент

Керівник роботи

(підпис)

(підпис)

Ящук Р.В.

(прізвище та ініціали)

Степанов Д.В.

(прізвище та ініціали)

Анотація

УДК 621.577

Ящук Р.В. Енергоефективність теплохолодопостачання громадської будівлі в місті Вінниця. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 144 – теплоенергетика, освітня програма – теплоенергетика. Вінниця: ВНТУ, 2022. 111 с.

Бібліогр.: 52 назв; рис.: 7; табл. 18.

В даній магістерській кваліфікаційній роботі розглядаються питання підвищення енергоефективності системи теплохолодопостачання громадської будівлі в місті Вінниця шляхом аналізу енергопотреби та енергоспоживання будівлі і розробки заходів з підвищення економічної, екологічної та енергетичної енергоефективності даної будівлі.

В роботі проведено аналіз об'єкту дослідження та літературної і патентної інформації щодо методів визначення енергопотреби, енергоспоживання та класу енергоефективності будівлі. Розроблено математичну модель та проведені числові дослідження впливу енергозбережних заходів на енергопотребу та енергоспоживання системи опалення, охолодження, вентиляції, гарячого водопостачання. Виконано розробку технології монтажу систем опалення, охолодження та вентиляції громадської будівлі; виконано розробку кошторису та розрахунок техніко-економічних показників роботи системи теплохолодопостачання громадської будівлі, розроблено заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Графічна частина складається з 8 аркушів.

Ключові слова: теплохолодопостачання, енергоспоживання, енергопотреба, енергоефективність, громадська будівля

Annotation

Yashchuk R.V. Energy efficiency of heating and cooling of a public building in the city of Vinnytsia. Master's degree in specialty 144 - thermal power engineering, educational program - thermal power engineering. Vinnytsia: VNTU, 2022. 111 p.

In Ukrainian language. Bibliography: 52 titles; Fig.: 7; table 18.

This master's qualification work examines the issue of increasing the energy efficiency of the heating and cooling system of a public building in the city of Vinnytsia by analyzing the energy demand and energy consumption of the building and developing measures to increase the economic, ecological and energy efficiency of this building.

The paper analyzes the object of research and literary and patent information on methods of determining energy demand, energy consumption and energy efficiency class of the building. A mathematical model was developed and numerical studies of the impact of energy-saving measures on energy consumption and energy consumption of the heating, cooling, ventilation, hot water supply system were carried out. The development of the technology for installation of heating, cooling and ventilation systems of a public building was carried out; the development of the estimate and the calculation of the technical and economic indicators of the operation of the heating and cooling system of the public building were carried out, the measures for labor protection and safety in emergency situations were developed.

The graphic part consists of 8 sheets

Key words: heat and cooling supply, energy consumption, energy demand, energy efficiency, public building

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНОЇ ТА ПАТЕНТНОЇ ІНФОРМАЦІЇ	9
1.1 Характеристика об'єкту дослідження.....	9
1.2 Енергопотреби та енергоспоживання будівель.....	13
1.3 Джерела теплоти та холоду для опалення та охолодження будівель.....	15
1.4 Висновки до розділу 1.....	16
2 РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕНЕРГОПОТРЕБИ ТА ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ БУДІВЛІ	18
2.1 Розробка математичної моделі для визначення енергопотреби та енергоспоживання будівлі.....	18
2.2 Математичний опис моделі.....	20
2.3 Висновки до розділу 2.....	29
3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НОРМОВАНОЇ ЕНЕРГОПОТРЕБИ	30
3.1 Результати моделювання енергопотреби та енергоспоживання будівлі ...	30
3.2 Результати дослідження впливу енергозбережних заходів на величину енергопотреби будівлі.....	33
3.3 Висновки до розділу 3.....	36
4 ТЕХНОЛОГІЯ МОНТАЖУ ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМИ ТЕПЛОХОЛОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ ГРОМАДСЬКОЇ БУДІВЛІ	38
4.1 Аналіз об'єкту, який підлягає монтажу. Основні та допоміжні монтажні матеріали.....	38
4.2 Визначення складу і об'ємів робіт.....	45
4.3 Вибір метода виконання робіт, машин і механізмів. Витрати енергоресурсів.....	48
4.4 Визначення трудомісткості та складу ланок для виконання монтажних робіт.....	54
4.5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта.....	60
Технічні рішення з безпечної організації робочих місць під час монтажу інженерного обладнання.....	60
4.5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії.....	66
4.6 Висновки до розділу 4.....	79

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	80
5.1 Визначення капітальних вкладень на влаштування обладнання	80
5.2 Техніко-економічні показники роботи системи теплохолодопостачання будівлі	84
5.3 Висновки до розділу 5	87
ВИСНОВКИ	88
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	90
ДОДАТОК А	95
ДОДАТОК Б	96
ДОДАТОК В	101

ВСТУП

Актуальність теми. Останніми роками на перше місце виходить проблема надійного забезпечення громадського та житлово-комунального сектора тепловою енергією та холодом з максимальною екологічною економічною та енергетичною ефективністю.

В зв'язку із військовими діями, екологічними проблемами та збільшенням ціни на викопні палива вартість енергії буде стрімко зростати зараз і в майбутньому.

Активний розвиток відновлюваних джерел енергії паралельно із розвитком місцевих палив, використанням біомаси та біогазу з органічних відходів дозволить зменшити техногенне навантаження від енергетичних систем в навколишнє середовище.

Одною з найбільш енергоефективних, екологічно чистих та простих в експлуатації технологій використання відновлюваної енергії є теплонасосні технології. Додатковою їх перевагою є можливість роботи в реверсивному режимі для вироблення теплоти в холодний період та холоду в теплий період року. Тому тема роботи є актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дана робота виконується у відповідності із кафедральною науково-дослідною держбюджетною роботою 82 КЗ «Теплообмін та гідродинаміка полікомпонентних, поліфазних потоків і середовищ в елементах тепло- і біотехнологічного устаткування; аналіз та синтез комбінованих теплоенергетичних установок, тепло- і біотехнологічних систем та устаткування».

Метою роботи є зменшення споживання викопних палив та техногенного навантаження на навколишнє середовище шляхом розробки енергоефективної системи теплохолодопостачання громадської будівлі у м. Вінниці.

Для досягнення даної мети розв'язані такі **завдання**:

- аналіз об'єкту дослідження, аналітичний огляд літературної та патентної інформації щодо енергоефективних заходів для зменшення енергоспоживання громадських будівель;
- розробка математичної моделі для виконання досліджень показників енергопотреби та енергоспоживання будівлі;
- дослідження показників енергопотреби будівлі за умов впровадження енергозберіжних заходів;
- розробка технології монтажу обладнання системи теплохолодопостачання громадської будівлі;
- розробка заходів з охорони праці та цивільного захисту;
- розробка економічних показників роботи системи теплохолодопостачання громадської будівлі.

Об'єкт дослідження

Об'єктом дослідження є теплохолодопостачання громадської будівлі.

Предмет дослідження

Предметом дослідження є ефективність системи теплохолодопостачання громадської будівлі.

Новизна одержаних результатів

- З використанням розробленої математичної моделі досліджено та проаналізовано вплив різних енергозберіжних заходів на забезпечення нормативних вимог щодо енергопотреби, енергоспоживання та рівня енергоефективності громадської будівлі.

Апробація результатів магістерської кваліфікаційної роботи

Основні матеріали роботи були представлені та обговоренні на науково-технічній конференції ФБЦЕІ ВНТУ 2022 р., на Міжнародній науково-технічній конференції «Енергоефективність в галузях економіки України» 2021 р., на Міжнародній науково-технічній конференції «Інноваційні технології в будівництві» 2022 р., Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції студентів аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці 2022».

Публікації результатів магістерської кваліфікаційної роботи

Результати роботи опубліковані у 4 тезах доповідей науково-технічних конференцій [1 - 4].

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНОЇ ТА ПАТЕНТНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

1.1 Характеристика об'єкту дослідження

Для подальших досліджень обрано громадську будівлю – торговельний комплекс у м. Вінниця.

Конструктивні особливості будівлі

Зовнішні стіни – з червоної повнотілої цегли стандартних розмірів на цементно-піщаному розчині. Товщина цегляної кладки 380 мм. Стіни вкриті шаром теплоізоляційних мінераловатних плит товщиною 120 мм. Загальна площа стін, що контактують з зовнішнім повітрям 197,9 м². Приведений опір теплопередачі становить 3,6 м²×К/Вт, що відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2016 "Теплова ізоляція будівель".

Віконні та балконні блоки – в металопластикових рамах. Загальна площа віконних блоків складає 27,2% від загальної площі фасадів (коефіцієнт скління фасаду 0,272). Склопакети з потрійним склінням, два скла мають енергоефективне покриття. Приведений опір теплопередачі віконних конструкцій становить 0,75 м²×К/Вт, що відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2016 "Теплова ізоляція будівель".

Зовнішні двері - в металопластикових рамах з потрійним склопакетом, два скла мають енергоефективне покриття. Двері тамбура з північної сторони металопластикові з утеплювачем. Приведений опір теплопередачі зовнішніх дверей становить 0,6 м²×К/Вт, що відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2016 "Теплова ізоляція будівель".

Суміщене покриття – набів конструкцій, складається з залізобетонного перекриття товщиною 200 мм, вирівнювального шару бетону товщиною

50 мм, шару керамзитового гравію товщиною 50 мм, мінераловатних базальтових плит товщиною 230 мм, шару гідроізоляції товщиною 7 мм.

Підлога – конструкція, виконана на ґрунті, що містить шар екструдованого пінопласту товщиною 50 мм, бетонну плиту товщиною 200 мм, бетонну стяжку товщиною 80 мм та керамічну плитку товщиною 10 мм. Значення опору теплопередачі підлоги становить $3,3 \text{ м}^2 \times \text{К/Вт}$.

Будівля двоповерхова, розташована в середмісті. Розміри фасадів будівлі показані в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Розміри фасадів будівлі

Напрямок по сторонам світу	Фасади			
	Північ	Захід	Південь	Схід
Довжина, Lb, м	15,53	6,38	15,53	6,38
Висота, Hb, м	6,3	6,3	6,3	6,3

Загальна інформація про будівлю наведена в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Загальна інформація про будівлю

N	Найменування показника	Одиниця виміру	Значення показника
1	2	3	4
1	Місцезнаходження		Вінницька область, м. Вінниця
2	Функціональне призначення та назва		Торговельний комплекс
3	Загальна площа	м ²	181,8
4	Загальний об'єм	м ³	545,4
5	Опалювана площа	м ²	181,8
6	Опалюваний об'єм	м ³	545,4
7	Кількість поверхів		2

Продовження табл. 1.2

1	2	3	4
8	Рік введення в експлуатацію	рік	Нове будівництво
9	Тип конструкції		Важкий
10	Кліматична зона		I
11	Умови експлуатації		Нормальні
12	Вітрозахист основи (середньо захищений простір (передмістя); відкритий простір (сільська місцевість); закритий простір (центр міста))	-	закритий простір (центр міста)
13	Середня висота приміщення	м	3,15
14	Внутрішня теплоємність	$\frac{\text{Вт}\cdot\text{год}}{(\text{м}^2\cdot\text{К})}$	80

Загальна інформація про внутрішні температурні умови в будівлі наведена в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Внутрішні умови в будівлі

N з/п	Найменування показника	Одиниця виміру	Значення показника
1	Графік опалення	год/тиждень	84
2	Графік охолодження	год/тиждень	84
3	Задана температура зони будівлі для опалення	°C	15,2
4	Задана температура зони будівлі для охолодження	°C	24
5	Температура чергового режиму охолодження	°C	-
6	Температура чергового режиму опалення	°C	-

Особливості системи теплохолодопостачання, вентиляції та гарячого водопостачання

Система опалення.

Теплопостачання будівлі здійснюється від теплонасосних установок "повітря-повітря" Neoclima U-MATE NS/NU-18EUMIw3 та Neoclima NS/NU-24EUMIw3, зовнішні блоки яких розташовані на зовнішній стіні з західної сторони будівлі. В приміщеннях встановлені настінні внутрішні блоки, що забезпечують підтримання температурного режиму. Забезпечена можливість регулювання температури в приміщенні за допомогою пультів дистанційного керування. Діаметри розподільних трубопроводів 1/4" - 1/2". Теплоізоляція розподільних мідних трубопроводів відповідає вимогам ДБН В.2.5-67:2013. Сезонний показник енергоефективності в режимі охолодження опалення 3. Температура в приміщеннях 16°C.

Системи охолодження, кондиціювання, вентиляції.

Система охолодження в будівлі працює від теплонасосних установок "повітря-повітря" Neoclima U-MATE NS/NU-18EUMIw3 та Neoclima NS/NU-24EUMIw3, зовнішні блоки якої розташовані на зовнішній стіні з західної сторони будівлі. В приміщеннях встановлені настінні внутрішні блоки, що забезпечують підтримання температурного режиму. Забезпечена можливість регулювання температури в приміщенні за допомогою пультів дистанційного керування. Діаметри розподільних трубопроводів 1/4" - 1/2". Теплоізоляція розподільних мідних трубопроводів відповідає вимогам ДБН В.2.5-67:2013. Сезонний показник енергоефективності в режимі охолодження 6,57. Для відведення конденсату від внутрішніх та зовнішніх блоків встановлені дренажні системи. Температура в приміщеннях не вище 24°C. Вентиляція приміщень торговельних залів та сходових клітин – природна витяжна. В приміщеннях санвузлів встановлена механічна витяжна вентиляція з 4 вентиляторами по-

тужністю по 20 Вт. Приміщення персоналу обладнане місцевою системою вентиляцією з рекуператором Prana 150, електричною потужністю до 68 Вт.

Системи постачання гарячої води

Джерело гарячої води – 2 ємкісні електричні водонагрівачі Ariston потужністю 2 кВт. Температура гарячої води в будівлі – 55°C. Система розподілу виконана з поліпропіленових трубопроводів, теплова ізоляція трубопроводів відповідає діючим вимогам. Облік спожитої гарячої води проводиться за лічильником гарячої води.

Системи освітлення

Для освітлення використовуються світлодіодні світильники, об'єднані в напівавтоматичну систему керування і згруповані відповідно до потреби освітлення робочих місць залежно від наявності природного освітлення.

1.2 Енергопотреби та енергоспоживання будівель

Енергетична ефективність житлового та громадського фонду України значно менша, ніж у країнах Європи. По деяких показниках в 3...4 рази. Недостатня ефективність будівельних конструкцій, нераціональне використання паливних енергоресурсів в мережах та в джерелах теплопостачання призводять до здорожчання комунальних послуг. На даний момент значна увага приділяється енергоефективним заходам для зменшення енергоспоживання будівель [5].

На сьогодні рівень енергопотреби та енергоспоживання будівель в Україні визначається відповідним класом – від «А» до «G». Для нового будівництва мінімум – клас «С». Недавно вступили в дію нові будівельні норми, що підвищують вимоги до енергоефективності зовнішніх огорожень.

Закон «Про енергетичну ефективність будівель» [6] визначає перелік об'єктів, які мають підлягати обов'язковій сертифікації енергоефективності. А саме: всі нові багатоквартирні житлові будинки; будівлі, що здаються в оренду більш ніж на 1 рік; будинки з площею понад 250 м² і з значною кількістю відвідувачів; будівлі, в яких розташовані різні державні та муніципальні установи; житлові будинки, для яких проводимуть енергомодернізацію з державним або частково фінансуванням; об'єкти, виставлені для укладання енергосервісних контрактів.

Основними показниками будівлі є енергопотреби, енергоспоживання та її клас енергоефективності, що визначені внаслідок енергоаудиту.

Енергетичний сертифікат будівлі діє протягом не менше 10 років за умови, що будівля не проходить за цей період капітальний ремонт з перепрофілюванням, енергомодернізацію – утеплення, реконструкцію системи опалення тощо.

В роботі [7] описані основні методики визначення енергопотреби будівлі та її перерахунку на кліматичні дані. Енергопотреба будівлі може визначатися на основі стаціонарних (для річних інтервалів), квазістаціонарних (щомісячних інтервалів) та більш динамічних (погодинних інтервалів) методів розрахунку. Розглянуто кліматичні дані для обох температурних зон України.

Авторами [7] виконано порівняння результатів за динамічним методом розрахунку та за квазістаціонарним методом за ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Відмінність до 15-25% для опалення та 20-30% для охолодження. Що можна вважати допустимим за даних умов.

Енергоспоживання будівель на системи опалення, охолодження, вентиляцію та гаряче водопостачання визначається за одним з двох шляхів:

- 1) за допомогою розрахункового методу;
- 2) експериментально використовуючи дані фактичного енергоспоживання будівлі, що визначаються за показниками теплолічильників або інших приладів обліку в будівлі.

Такі розрахунки можуть проводитись на основі архітектурних креслень, технічних паспортів будівель, проектній документації щодо інженерних мереж тощо [8].

Для існуючих прицюючих будівель є можливість оцінити фактичне їх теплоспоживання. Але бажано мати дані за кілька останніх років. Аби була можливість виявити відхилення споживання. В реальних умовах можливі недотопи, зупинка лічильника на ремонт, перетопи, повірки лічильників тощо. Це може призвести до значних похибок у визначенні енергоспоживання [8].

Бажано порівняти результати розрахункового методу із фактичними показниками. Важливо враховувати опори зовнішніх огорожувальних конструкцій [9 - 11].

1.3 Джерела теплоти та холоду для опалення та охолодження будівель

В роботі [12] показана система тепlopостачання будівлі побудована на геліоустановці та тепловому насосі, теплообмінному обладнанні, а також двох баках-акумуляторах. Крім того, встановлено додатково контур резервування, що включає електричний та твердопаливний водогрійні котли. Тепловий насос працює від теплоти ґрунтових теплообмінників та водозабірних свердловин. Автономність є основною перевагою такої системи. Але на даний час критична залежність від електроенергії не є найкращим результатом.

В роботі [13] представлено триконтурний теплообмінний апарат змієвикового типу для систем опалення та гарячого водопостачання від альтернативного джерела теплоти. Цим джерелом є акумулятор з використанням теплоти геотермальних джерел з температурою біля 200°C. Але при зменшенні температури джерела енергетична та екологічна ефективність такої системи буде зменшуватись.

Автори [14] наводять джерело для системи опалення, охолодження, вентиляції та гарячого водопостачання на основі теплового двигуна та теплово-

го насоса.

Теплота системи охолодження двигуна може бути корисно високристана в тепловому насосі. Але для охолодження така система мало ефективна, оскільки вироблена в двигуні електроенергія недешева і призводитиме до зростання собівартості холоду.

Додатковим недоліком систем з тепловими двигунами є значий шум та вібрації. Про що ми можемо переконатись у час глобального використання бензинових та дизельних генераторів.

В роботі [15] заявлена ефективна система передавання теплотти від низкотемпературного джерела до теплонасосного циклу через контур з теплообмінником та додатковим баком з антифризом. Такий варіант корисний для систем з повітряними теплообмінниками.

1.4 Висновки до розділу 1

В даному розділі виконано аналіз об'єкту дослідження – громадської будівлі у місті Вінниця щодо огорожувальних конструкцій та встановленого обладнання систем опалення, охолодження, вентиляції та гарячого водопостачання. Виявлено, що для зменшення витрат палива та витрат на паливо необхідно провести енергоаудит прийнятих проектних рішень та виконати елементи сертифікації енергоефективності будівлі, а саме визначити енергопотребу будівлі та її енергоспоживання.

Проаналізовані основні підходи щодо методів визначення енергопотреби та енергоспоживання будівель, а також методи підвищення енергоефективності систем опалення, охолодження, вентиляції та гарячого водопостачання будівель.

Аналіз об'єкту дослідження, літературної та патентної інформації дозволяє сформулювати наступні задачі дослідження:

- розробка математичної моделі для виконання досліджень показників ене-

ргопотреби та енергоспоживання будівлі;

- дослідження показників енергопотреби будівлі за умов впровадження енергозбережних заходів;
- розробка технології монтажу обладнання системи теплохолодопостачання громадської будівлі;
- розробка заходів з охорони праці та цивільного захисту;
- розробка економічних показників роботи системи теплохолодопостачання громадської будівлі.

2 РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕНЕРГОПОТРЕБИ ТА ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ БУДІВЛІ

2.1 Розробка математичної моделі для визначення енергопотреби та енергоспоживання будівлі

Розроблена модель для визначення енергопотреби та енергоспоживання будівлі є нелінійною, вона складається з 49 лінійних та нелінійних алгебраїчних рівнянь. Параметри моделювання детерміновані, дискретні з зосередженими кількісними параметрами, модель є структурною статичною, одновимірною. Дана модель є дескриптивною (описовою), за способом розв'язання алгебраїчною і вирішується аналітичним методом [16 - 22].

Розроблена математична модель визначення енергопотреби і енергоспоживання будівлі реалізована в Microsoft Excel.

Математичний опис даної моделі складається з рівнянь теплових та енергетичних балансів, кінетичних рівнянь для визначення інтенсивності конвективного і випромінювального теплообміну, залежностей для визначення оптичних характеристик поверхонь будівлі, затінення та геометричних розмірів окремих елементів споруди. Основні рівняння, що використані в математичному описі моделі наведені в Методиці визначення енергоефективності будівель, Наказ Мінрегіону України №169, ДСТУ [8].

Початковими даними для проведення математичного моделювання є [16 - 22]:

- геометричні розміри досліджуваної будівлі;
- географічне положення будівлі і відповідний кліматичний пояс;
- розташування будівлі за сторонами світу і вітрові умови;
- конструктивні характеристики будівлі, а саме поверховість, матеріали огорожувальних конструкцій, використані технології;

- температурні режими роботи будівлі на опалення, на охолодження, гаряче водопостачання та вентиляції;
- величини кратності повітрообміну в приміщеннях та норми витрати повітря на одну людину, особливості систем вентиляції приміщень тощо;
- величина тепловиділення та вологовиділення від обладнання, людей, систем освітлення, електроустаткування тощо;
- графік роботи підприємства, характеристики інженерних систем будівлі (систем опалення, вентиляції, охолодження, гарячого водопостачання);
- рік випуску, стан та ефективність систем генерації теплоти та холоду для енергопостачання будівлі;
- розрахункова та фактична кількість днів опалювального періоду та періоду охолодження будівлі.

Кінцевими результатами використання розробленої в даному розділі моделі є:

- енергопотреба будівлі на системи опалення, освітлення, гаряче водопостачання, охолодження, вентиляцію;
- значення розрахункових термічних опорів зовнішніх огорожувальних конструкцій;
- енергоспоживання будівлі на опалення, вентиляцію, охолодження та гаряче водопостачання для визначення класу енергоефективності будівлі;
- енергоспоживання основного обладнання систем вентиляції та освітлення;
- питома витрата первинної енергії для роботи систем та питома маса викидів парникових газів.

Допущення та спрощення, які були нами використані під час створення даної математичної моделі для визначення енергопотреби та енергоспоживання будівлі:

- в розрахунках не враховуються різні температурні рівні для окремих приміщень, в той же час для розрахунку використовується середня по будівлі температура;
- кут розташування будівлі за сторонами світу визначається наближено на основі гугл-карти, можлива похибка до 20°;
- кратність повітрообміну в приміщеннях осереднена по всій будівлі, тобто в розрахунках не враховуються особливості кратності повітрообміну в окремих приміщеннях будівлі;
- в розрахунку теплового потоку від сонячної радіації для непрозорих огорожень за умов від'ємного результату розрахунку значення надходження теплоти приймається значення 0;
- під час розрахунку теплового опору світлопрозорого огороження будівлі (вікно, двері) приймається спрощена схема розрахунку металопластикового профілю та віконного пакету, а частка рами в загальній площі вікна приймається 0,3.

2.2 Математичний опис моделі

Математичний опис даної моделі побудований на загальновідомих рівняннях, але враховані особливості даної будівлі та відповідного набору обладнання для опалення, охолодження, вентиляції, гарячого водопостачання та освітлення.

Енергоспоживання при охолодженні

$$Q_{C \text{ use}} = Q_{C \text{ gen out}} + Q_{C \text{ gen ls}} \cdot \quad (2.1)$$

Загальні тепловтрати підсистеми виробництва/генерування та акумулювання

$$Q_{C \text{ gen } ls} = Q_{C \text{ gen } out} \cdot (1 - \eta_{C \text{ gen}}) / \eta_{C \text{ gen}} , \quad (2.2)$$

де $\eta_{C \text{ gen}}$ – ефективність підсистеми виробництва/генерування та акумулювання.

Енергія виходу з підсистеми виробництва та акумулювання при охолодженні

$$Q_{C \text{ gen } out} = Q_{C \text{ dis } in} / \eta_{C \text{ ac}} , \quad (2.3)$$

де $\eta_{C \text{ ac}}$ – ефективність автоматичного керування/регулювання.

Енергія входу для підсистеми розподілення

$$Q_{C \text{ dis } in} = \Sigma Q_{C \text{ dis } out} / 1000 + Q_{C \text{ dis } ls} . \quad (2.4)$$

Додаткова енергія для підсистем розподілення з використанням нерегульованого насосу

$$W_{C \text{ dis } aux \text{ an}} = (1,44 \cdot A_f - 35) \cdot t_{op} / 5000 \quad (2.5)$$

Тепловтрати в підсистемах розподілення визначають

$$Q_{C \text{ dis } ls} = Q_{C \text{ nd}} \cdot \left((1 - \eta_{C \text{ ce}}) + (1 - \eta_{C \text{ ce } sens}) + (1 - \eta_{C \text{ d}}) \right) , \quad (2.6)$$

де $\eta_{C \text{ ce}}$ – ступінь утилізації теплообміну при охолодженні;

$\eta_{C \text{ ce } sens}$ – ступінь явної утилізації теплообміну при охолодженні;

$\eta_{C \text{ d}}$ – ступінь утилізації підсистеми розподілення.

Утилізаційні втрати в системі охолодження не беруть до уваги через малий перепад температур з повітрям в приміщенні.

Додаткова енергія для підсистеми тепловіддачі включає електроенергію для вентиляторів фанкойлів

$$W_{C_{em aux}} = f_{C_{em aux}} \cdot Q_{C_{nd}} \cdot t_{C_{op}} / 1000 \quad (2.7)$$

де $f_{C_{em aux}}$ – питома потреба в енергії вторинних вентиляторів системи охолодження;

$t_{C_{op}}$ – тривалість часу на охолодження.

Енергопотреба для охолодження будівлі

$$Q_{C_{nd}} = Q_{C_{nd,cont}} = Q_{C_{gn}} - \eta_{C_{ls}} \cdot Q_{C_{ht}}, \quad (2.8)$$

Коефіцієнт використання втрат енергії для охолодження

$$\eta_{C_{ls}} = \frac{1 - \gamma_C^{-a_C}}{1 - \gamma_C^{-(a_C+1)}}, \quad (2.9)$$

Безрозмірний числовий параметр будівлі

$$a_C = a_{C,0} + \frac{\tau}{\tau_{C,0}}, \quad (2.10)$$

де $a_{C,0}$ – довідковий безрозмірний числовий параметр будівлі;

$\tau_{C,0}$ – довідкова часова константа будівлі;

Часова константа для даної будівлі

$$\tau = \frac{C_m}{H_{tr,adj} + H_{ve,adj} + H_{ve,extra,adj}}, \quad (2.11)$$

де $H_{ve,extra,adj} = 0$ – значення коефіцієнта теплопередачі додаткової вентиляції.

Внутрішня теплоємність даної будівлі

$$C_m = C \cdot A_f, \quad (2.12)$$

Сумарні теплові надходження будівлі для режиму охолодження

$$Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol}, \quad (2.13)$$

Загальні сонячні теплонадходження в будівлю

$$Q_{sol} = \left(\sum_k \Phi_{sol,mn,k} \right) \cdot t, \quad (2.14)$$

Сонячні теплонадходження через даний елемент будівлі

$$\Phi_{sol,k} = F_{sh,ob,k} \cdot A_{sol,k} \cdot I_{sol,k} - F_{r,k} \cdot \Phi_{r,k}, \quad (2.15)$$

де $F_{sh,ob,k}$ – понижаючий коефіцієнт для затінення перешкодами для даної площі інсоляції поверхні;

$I_{sol,k}$ – сонячна радіація, визначена для енергетичної освітленості сприймаючої площі поверхні за середніх умов хмарності, Вт/м²;

$F_{r,k}$ – коефіцієнт форми взаємного впливу між елементом будівлі та небосхилом для незатіненої вертикальної стіни будівлі.

Еквівалентна площа інсоляції закслених елементів будівлі (вікна, двері)

$$A_{sol} = F_{sh,gl} \cdot g_{gl} \cdot (1 - F_F) \cdot A_{w,p}, \quad (2.16)$$

де $F_{sh,gl}$ – понижувальний коефіцієнт для затінення у випадку якщо відсутні засоби рухомого затінення вікон;

F_F – частка площі обрамлення огороження;

$A_{w,p}$ – загальна площа заклеєного елемента, м².

непрозорою частиною будівлі;

Загальний коефіцієнт пропускання падаючої сонячної енергії для умов світлопрозорої частини елемента

$$g_{gl} = F_w \cdot g_n, \quad (2.17)$$

де F_w – поправковий коефіцієнт для нерозсіяного скління;

g_n – коефіцієнт загального пропускання сонячної енергії для умов нормального кута падіння для потрійного варіанту скління.

Еквівалентна площа інсоляції для непрозорих елементів будівлі

$$A_{sol} = \alpha_{s,c} \cdot R_{se} \cdot U_c \cdot A_c, \quad (2.18)$$

де $\alpha_{s,c}$ – безрозмірний коефіцієнт для умов поглинання сонячної радіації непрозорою частиною будівлі.

Додатковий потік теплоти за рахунок випромінювання в атмосферу

$$\Phi_r = R_{se} \cdot U_c \cdot A_c \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er}, \quad (2.19)$$

де R_{se} – зовнішній тепловий поверхневий опір теплопередачі непрозорої частини;

U_c – коефіцієнт теплопередачі непрозорої частини огороження будівлі, Вт/(м²·К);

A_c – площа елемента огороження в залежності від орієнтації, m^2

$\Delta\theta_{er}$ – різниця температур між зовнішнім повітрям та температурою атмосфери.

Розрахунковий коефіцієнт теплопередачі випромінюванням

$$h_r = 4 \cdot \varepsilon \cdot \sigma \cdot (\theta_{ss} + 273)^3, \quad (2.20)$$

де ε – коефіцієнт для стін теплового випромінювання, $\varepsilon = 0,94$ – для вікон та дверей;

σ – константа Стефана–Больцмана;

θ_{ss} – середня поверхнева температура та температура атмосфери.

Внутрішні теплонадходження в будівлі

$$Q_{int} = \left(\sum_k \Phi_{int,mn,k} \cdot A_f \right) \cdot t, \quad (2.21)$$

де A_f – площа будівлі, що кондиціонується;

t – тривалість розрахункового місяця, год.

Внутрішні теплонадходження

Середній внутрішній тепловий потік

$$\sum \Phi_{int,mn,k} = \Phi_{int,Oc} + \Phi_{int,L} + \Phi_{int,A}, \quad (2.22)$$

де $\Phi_{int,Oc}$ – тепловий потік від людей;

$\Phi_{int,L}$ – тепловий потік від освітлення;

$\Phi_{int,A}$ – тепловий потік від обладнання.

Сумарна теплопередача

$$Q_{C,ht} = Q_{tr} + Q_{ve}, \quad (2.23)$$

Сумарна теплопередача системи вентиляції для режиму охолодження

$$Q_{ve} = H_{ve,adj} \cdot (\theta_{int,set,H,z} - \theta_e) \cdot t + \sum_{i=1}^N \left(\sum_{j=1}^{24} f_{ve,extra,j,k} \cdot H_{ve,extra,j,k} \cdot (\theta_{int,set,C,z} - \theta_{e,j}) \right), \quad (2.24)$$

Загальний коефіцієнт передачі теплоти вентиляцією

$$H_{ve,adj} = \rho_a \cdot c_a \cdot \left(\sum b_{ve,k} \cdot q_{ve,k,mn} \right), \quad (2.25)$$

де $\rho_a \cdot c_a$ – величина теплоємності повітря одиниці об'єму;

$q_{ve,k,mn}$ – середня витрата повітря;

$b_{ve,k}$ – температурний поправковий коефіцієнт.

Сумарну теплопередачу трансмісією в режимі охолодження для кожного місяця

$$Q_{tr} = H_{tr,adj} \cdot (\theta_{int,set,C} - \theta_C) \cdot t, \quad (2.26)$$

де $\theta_{int,set,C}$ – температура зони будівлі для умов охолодження;

θ_C – середньомісячна температура зовнішнього повітря, °С;

t – тривалість розрахункового місяця, год;

Загальний коефіцієнт теплопередачі трансмісією

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_U + H_A, \quad (2.27)$$

Стаціонарний узагальнений коефіцієнт передачі теплоти трансмісією

до ґрунту

$$H_g = A \cdot U + P \cdot \psi_g, \quad (2.28)$$

де ψ_g – лінійний коефіцієнт передачі теплоти через теплопровідне включення вузла сполучення конструкції підлоги на ґрунті із зовнішньою стіною будівлі.

Еквівалентна товщина підлоги на ґрунті

$$d_t = w + \lambda \cdot (R_{si} + R_f + R_{se}), \quad (2.29)$$

де w – загальна товщина зовнішніх стін будівлі;

λ – теплопровідність ґрунту;

R_f – термічний опір підлоги на ґрунті згідно креслень

R_{se} – тепловий зовнішній поверхневий опір;

Якщо $d_t < B'$ то коефіцієнт передачі теплоти від підлоги до ґрунту

$$U = \frac{2\lambda}{\pi \cdot B' + d_t} \ln \left(\frac{\pi \cdot B'}{d_t} + 1 \right), \quad (2.30)$$

Характерний розмір підлоги на ґрунті

$$B' = \frac{A}{0,5 \cdot P}, \quad (2.31)$$

де A – площа підлоги;

P – периметр підлоги.

Приведений коефіцієнт теплопередачі

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{ex}} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{int}}} + \Delta U_{tb} \quad (2.32)$$

де α_{ex} , α_{int} – коефіцієнти інтенсивності передачі теплоти на зовнішній та внутрішній поверхні огороження будівлі, m^2 ;

δ , λ – товщини та коефіцієнти теплопровідності елементів оболонки будівлі, м, Вт/м·К

ΔU_{tb} – поправочний коефіцієнт, який залежить від коефіцієнта теплопередачі огороження.

В загальному випадку значення коефіцієнту теплопередачі трансмісією H_x , що відображається для стін, ґрунту та вікон H_D , H_g , H_U або H_A , складається для кожного з трьох доданків

$$H_x = b_{tr,x} \sum A_i \cdot U_i, \quad (2.33)$$

де A_i – площа даного елемента оболонки будівлі, m^2 ;

U_i – приведений коефіцієнт теплопередачі даного елемента оболонки будівлі, Вт/м²·К [27]

$b_{tr,x} = 1$ – поправковий коефіцієнт.

Аналогічні рівняння використовуються для визначення енергопотреб та енергоспоживання систем опалення, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання.

Енергоспоживання системи опалення, охолодження

$$Q_{C\ use} = Q_{C\ gen\ out} + Q_{C\ gen\ ls} \cdot \quad (2.34)$$

Витрата первинної енергії

$$E_p = E_{del} \cdot f_{p\ del}, \quad (2.35)$$

де E_{del} – поставлена енергія, кВт·год;

$f_{p\ del}$ – фактор первинної енергії.

Маса викидів парникових газів

$$m_{CO_2} = E_{del} \cdot K_{del} , \quad (2.36)$$

Отже, математичний опис моделі складається з модулі вдля визначення енергопотреби та енергоспоживання для систем опалення, охолодження, освітлення, гарячого водопостачання та вентиляції. А також модуля для визначення сумарної енергпотреби, сумарного енергоспоживання, сумарних витрат первинної енергії та сумарних викидів парникових газів.

2.3 Висновки до розділу 2

В даному розділі показана розробка математичної моделі для визначення енергопотреби та енергоспоживання громадської будівлі.

Наведено початкові дані для виконання досліджень, кінцеві результати моделювання, допущення та спрощення, використані при розробці моделі.

Дана загальна характеристика математичної моделі та наведені основні рівняння математичного опису моделі. Охарактеризовані окремі модулі моделі.

Наведена модель дозволяє виконувати дослідження ефективності впровадження енергозбережних заходів для зменшення енергопотреби будівлі, енергоспоживання систем опалення, охолодження, освітлення, вентиляції та гарячого водопостачання та підвищення класу енергоефективності будівлі.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НОРМОВАНОЇ ЕНЕРГОПОТРЕБИ

3.1 Результати моделювання енергопотребити та енергоспоживання будівлі

За допомогою математичної моделі, опис якої наведений в попередньому розділі проведено моделювання для визначення показників енергопотребити та енергоспоживання будівлі.

Форма енергетичного сертифікату для такої будівлі представлена на рис. 3.1.

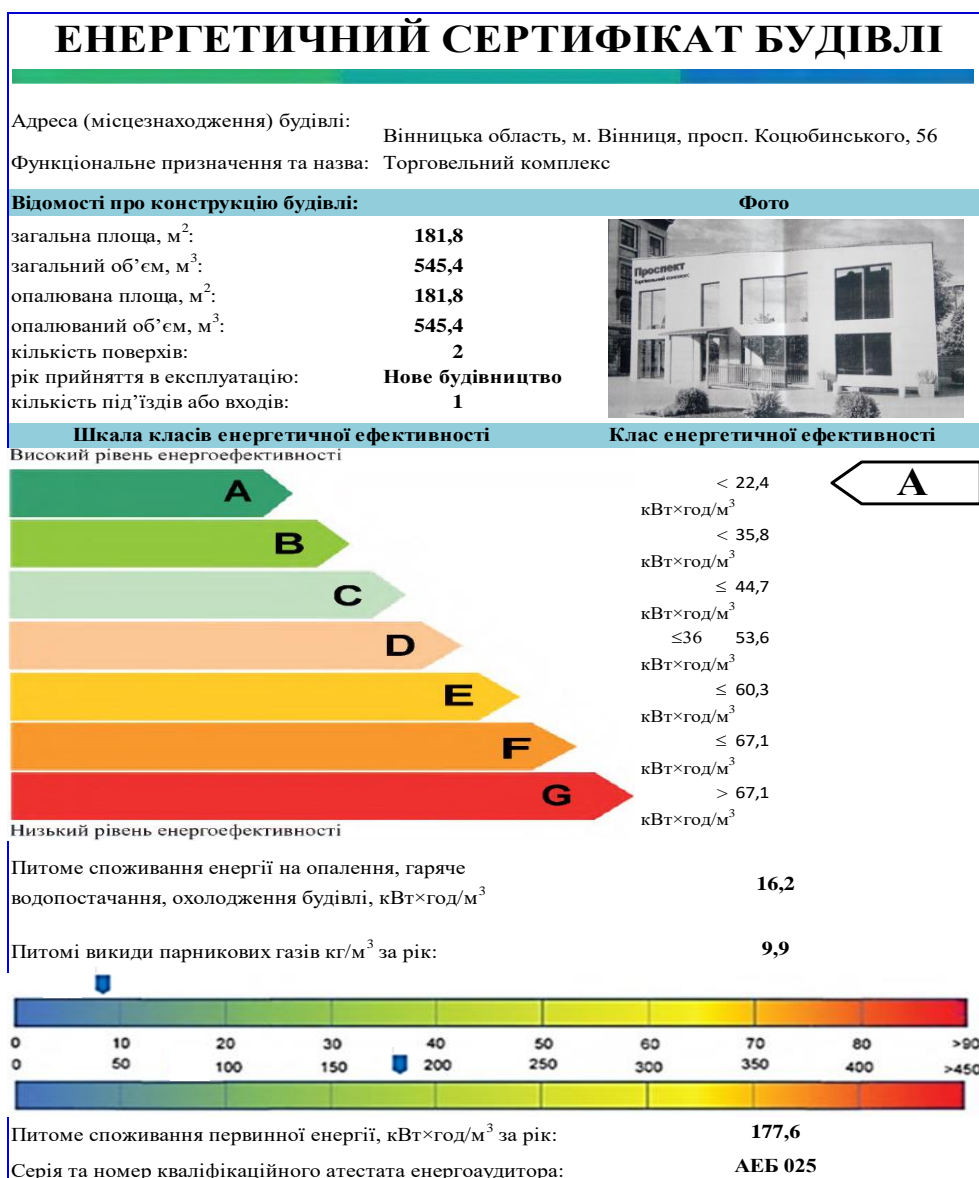


Рисунок 3.1 – Форма енергетичного сертифікату будівлі

Основні показники огороджувальних конструкцій, розраховані за мо-

деллю, наведеною в попередньому розділі показані на рис. 3.2. Там також наведені нормативні показники окремих огорожень, що дає змогу оцінити відповідність фактичних показників нормам.

I. Фактичні або проектні характеристики огорожувальних конструкцій			
Вид огорожувальної конструкції	Значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції, $m^2 \times K/W$		Площа А, m^2
	існуюче приведенне значення (проектне приведенне значення)	мінімальні вимоги	
Зовнішні стіни	3,6	3,3	197,9
Суміщені перекриття	6,3	5,35	90,9
Покриття опалюваних орищ (технічних поверхів) та покриття	-	-	-
Орищні перекриття неопалюваних орищ	-	-	-
Перекриття над проїздами та неопалюваними підвалами	-	-	-
Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,75	0,75	75,1
Зовнішні двері	0,6	0,6	3

Рисунок 3.2 – Розраховані технічні характеристики огорожувальних конструкцій будівлі (мінімальні вимоги, що діяли до 2022 року)

Як видно з рис. 3.2 термічний опір зовнішніх стін відповідає мінімальним вимогам, термічний опір суміщеного перекриття відповідає мінімальним вимогам, термічні опори вікон та дверей також відповідають мінімальним вимогам, що наведені в ДБН В.2.6-31 - 2016 «Теплова ізоляція будівель».

За допомогою моделі, наведеної в попередньому розділі, визначено енергопотреби та енергоспоживання будівлі та інші показники системи теплохолодопостачання будівлі.

На рис. 3.3 показано розрахункові показники енергопотреби та енергоспоживання окремих систем опалення, вентиляції, охолодження та гарячого водопостачання.

II. Показники енергетичної ефективності та фактичне питоме енергоспоживання будівлі		
Показники енергетичної ефективності будівлі		
Назва показника	Існуюче значення кВт×год/м ² (кВт × год/м ³) за рік	Мінімальні вимоги кВт×год/м ² (кВт×год/м ³) за рік
Питома енергопотреба на опалення, охолодження, гаряче водопостачання	42,8	40,5
Питоме енергоспоживання при опаленні	10,8	
Питоме енергоспоживання при охолодженні	1,6	
Питоме енергоспоживання при гарячому водопостачанні	3,8	
Питоме енергоспоживання системи вентиляції	1,3	
Питоме енергоспоживання при освітленні	18,5	
Питоме споживання первинної енергії, кВт × год/м ³ за рік	177,6	
Питомі викиди парникових газів, кг/м ³ за рік	9,9	

Рисунок 3.3 – Розраховані показники питомої енергопотреби та питомого енергоспоживання систем опалення, вентиляції, охолодження та гарячого водопостачання

Як видно з рис. 3.3 не дивлячись на відповідність термічних опорів огорожувальних конструкцій мінімальним вимогам, питома енергопотреба будівлі на опалення, охолодження та гаряче водопостачання перевищує мінімальні вимоги на 5,7 %. Тобто за показником питомої енергопотреби будівля не відповідає мінімальним вимогам нормативів.

В той же час енергоспоживання систем опалення, охолодження та гарячого водопостачання даної будівлі складає 16,2 кВт·год/м³, що відповідає класу енергоефективності будівлі «А».

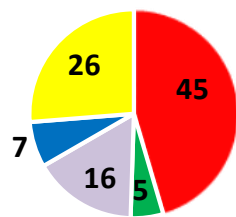
Річне та питоме енергоспоживання систем опалення, вентиляції, охолодження та гарячого водопостачання показані на рис. 3.4.

Як видно з рис. 3.4, розрахункове енергоспоживання систем опалення, охолодження, вентиляції та гарячого водопостачання даної будівлі складають 13 000 кВт·год.

Основна складова енергоспоживання будівлі припадає на систему опалення. Система освітлення має таке велике значення в зв'язку із недоліком

розрахункової методики, оскільки питоме енергоспоживання системи освітлення віднесене до площі будівлі, а не до об'єму будівлі, як для інших складових енергоспоживання.

Енергоспоживання будівлі				
Вид	Фактичний обсяг споживання за рік		Розрахунковий обсяг споживання за рік	
	тис.кВт×год	кВт×год/м ² (кВт×год/м ³)	тис.кВт×год	кВт×год/м ² (кВт×год/м ³)
Енергоспоживання систем опалення			5,9	10,8
Енергоспоживання систем вентиляції			0,7	1,3
Енергоспоживання систем гарячого водопостачання			2,1	3,8
Енергоспоживання систем охолодження			0,9	1,6
Енергоспоживання систем освітлення			3,4	18,5
УСЬОГО:			13	36



- Енергоспоживання систем опалення
- Енергоспоживання систем вентиляції
- Енергоспоживання систем гарячого водопостачання
- Енергоспоживання систем охолодження

Рисунок 3.4 – Показники річного енергоспоживання та питомого енергоспоживання окремих систем будівлі

3.2 Результати дослідження впливу енергозберіжних заходів на величину енергопотреби будівлі

За допомогою наведеної в попередньому розділі математичної моделі проведено дослідження впливу енергозберіжних заходів на величину енергопотреби на опалення, охолодження та гарячого водопостачання будівлі.

В якості визначального параметра вибрана теплоізоляція зовнішніх

стін. Прийняті значення від 50 мм до 150 мм.

Результати моделювання показані на рис. 3.5.

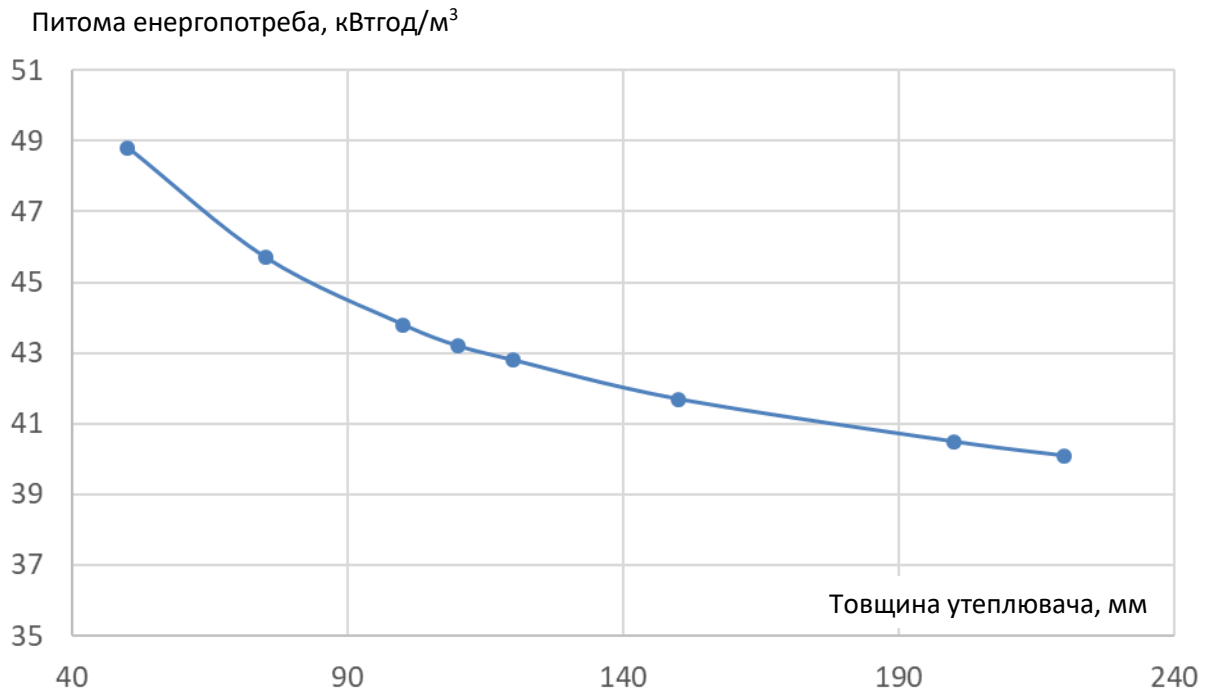


Рисунок 3.5 – Результати дослідження впливу товщини теплоізоляції зовнішніх стін на питому енергопотребу на опалення, охолодження та гаряче водопостачання

Як видно з рис. 3.5 нормована питома енергопотреба згідно [8] складає 40,5 кВт·год/м³. Отже, такого показника можна досягти за рахунок збільшення товщини теплоізоляції до 200 мм.

Аналогічно виконано дослідження впливу товщини теплоізоляції покриття будівлі. Результати показані на рис. 3.6.

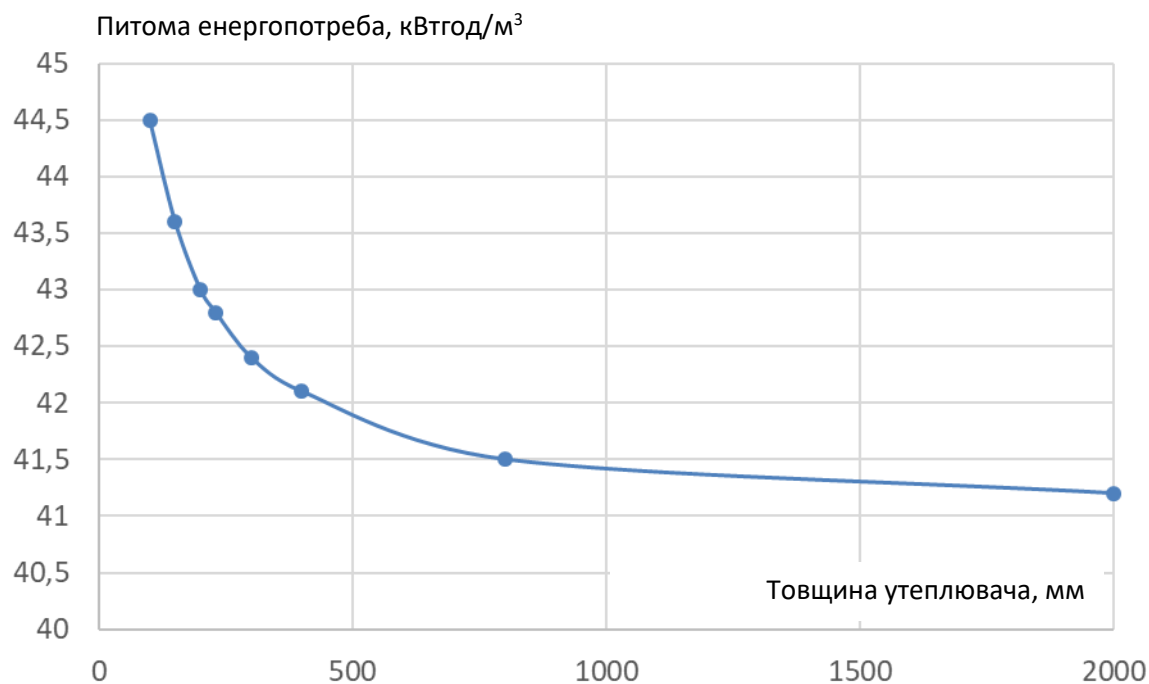


Рисунок 3.6 – Результати дослідження впливу товщини теплоізоляції покриття на питому енергопотребу на опалення, охолодження та гаряче водопостачання

Як видно з рис. 3.6, нормована питома енергопотреба не можна бути досягнена, навіть за рахунок збільшення товщини теплоізоляції до 2000 мм.

Аналогічно проведено досліджено вплив споживання теплоти на гаряче водопостачання на питому енергопотребу будівлі.

В базовому розрахунку прийнято питоме споживання енергії на ГВП в розмірі 10 кВтгод/м² площі приміщень торговельного комплексу.

Результати відповідного дослідження наведені на рис. 3.7

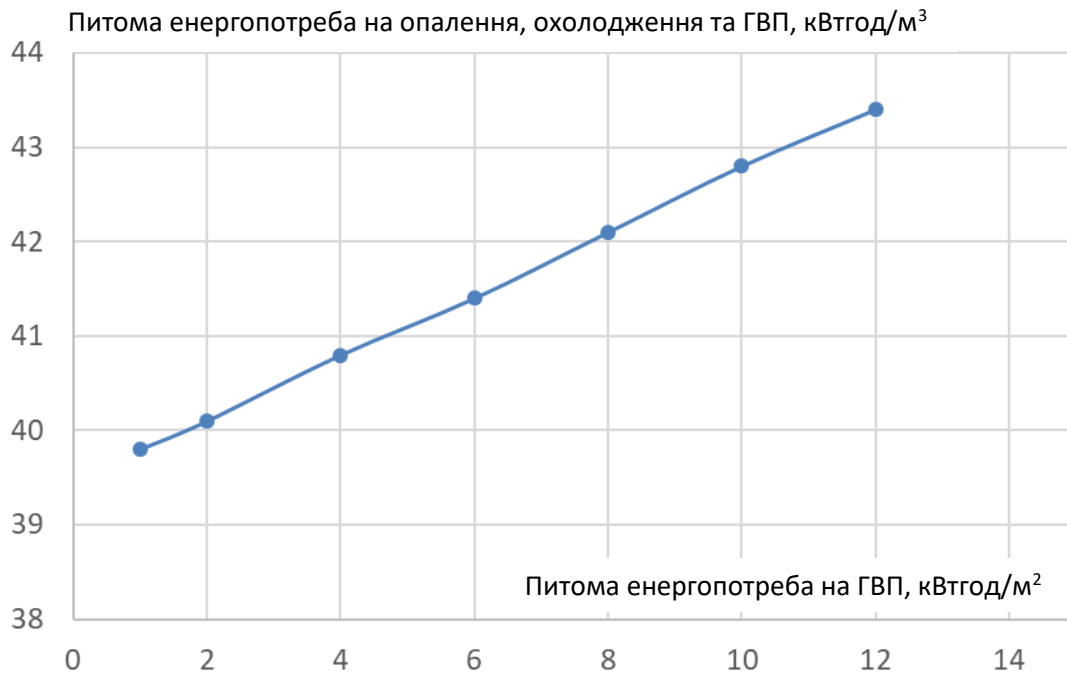


Рисунок 3.7 – Результати дослідження впливу питомої енергопотребы на потреби ГВП на питому енергопотребу на опалення, охолодження та гаряче водопостачання

Як видно з рис. 3.7 нормована питома енергопотреба на опалення, охолодження та гаряче водопостачання можна бути досягнена при зменшенні питомої енергопотребы торгівельного комплексу в гарячій воді до 33% від запропонованої в ДСТУ.

3.3 Висновки до розділу 3

В даному розділі визначено величини термічних опорів огорожувальних конструкцій, показники питомої енергопотребы та енергоспоживання систем опалення, охолодження, вентиляції та гарячого водопостачання даної будівлі.

Показано, що огорожувальні конструкції за величиною термічного опору відповідають вимогам ДБН.

Виявлено, що питома енергопотреба на опалення, охолодження та га-

ряче водопостачання складає 42,8 кВт·год/м³, що перевищує мінімальні вимоги нормативів (40,5 кВт·год/м³) на 5,6 %.

Тобто дана будівля відповідає вимогам щодо термічних опорів огорожувальних конструкцій, але не відповідає нормам за показником питомої енергопотреби.

В той же час енергоспоживання систем опалення, охолодження та гарячого водопостачання відповідають класу будівлі «А».

Також виконано дослідження впливу окремих енергозберіжних заходів на величину енергопотреби на опалення, охолодження та гаряче водопостачання будівлі.

Виявлено, що для забезпечення мінімальних вимог необхідно збільшити товщину утеплення зовнішніх стін до 200 мм.

В той же час такий захід як збільшення товщини утеплення суміщеного покриття не дозволяє досягти мінімальних норм.

Розглянуто також варіант уточнення споживання гарячої води. Виявлено, що для досягнення мінімальних вимог щодо енергопотреби необхідно зменшити показник питомого споживання гарячої води до 33% від запропонованої в ДСТУ.

4 ТЕХНОЛОГІЯ МОНТАЖУ ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМИ ТЕПЛОХОЛОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ ГРОМАДСЬКОЇ БУДІВЛІ

4.1 Аналіз об'єкту, який підлягає монтажу. Основні та допоміжні монтажні матеріали

Проектом передбачається опалення торговельних залів будівлі спліт системами інверторного типу Неокліма серії U-Mate. Системи вкладаються із зовнішніх блоків, внутрішніх блоків та трубопроводів рідини і газу. В якості холодоагента в системі кондиціонування використовується фреон R32.

Встановлення зовнішніх блоків NS/NU-18EUMIw3 [23] приміщеннях проектом передбачається встановлення настінних внутрішніх блоків NS/NU-18EUMIw3 та NS/NU-24EUMIw3 (Neoclima), потужністю на нагрів 5,3 та 7,3 кВт відповідно, а на охолодження 5,3 та 7,0 кВт відповідно .

Спліт системи інверторного типу працюють на охолодження повітря у теплий період року (при температурі +15...+43 °C) та на нагрівання в холодний період (-23...-30 °C).

Для трубопроводів рідини та газу системи кондиціонування застосовуються мідні холоднодеформовані труби по ДСТУ ГОСТ 617:2007. Трубопроводи прокладаються під стелею в монтажних пластикових коробах. По всій довжині трубопроводи теплоізольовуються K-FLEX EC («Олтрейд») $\delta = 6$ мм з коефіцієнтом теплопровідності 0,035 Вт/(м К) [24].

Дренажні стоки від внутрішніх та зовнішніх блоків трубопроводами із поліпропіленових труб збираються та самоплинно відводяться в стояк $\varnothing 50$, що розташовується зовні будівлі.

В додаткових приміщеннях закладу торгівлі проектом передбачається опалення за допомогою електрокалориферів Термія ЕВРО ряд КЛАСІК [25].

Витяжна вентиляція із торговельних залів передбачається природня у вентиляційні канали із тонколистової оцинкованої сталі за допомогою вентиляційних металевих однорядних регульованих решіток типу ОРГ виробництва ВЕНТС [26]. На вході в торговельний зал першого поверху над дверима передбачена повітряна завіса Neoclima Standard C46/

Повітропроводи системи вентиляції передбачені із тонколистової оцинкованої сталі по ГОСТ 14918-80 $\delta = 0,5...0,7$ мм. Повітропроводи, що прокладаються ззовні будівлі теплоізольовуються листовою ізоляцією Climaflex товщиною 30 мм.

Таблиця 4.1 – Комплектувальна відомість основних і допоміжних матеріалів і виробів

№ п.п	Найменування матеріалу	Одиниці вимірювання	Кількість	Маса одиниці, кг	Маса, кг
1	2	3	4	5	6
Потреба в основних матеріалах					
1	Зовнішній блок кондиціонера Neoclima NS/NU-18EUMIw3	шт.	1	35	35
2	Внутрішній блок кондиціонера Neoclima NS/NU-18EUMIw3	шт.	1	12	12
3	Зовнішній блок кондиціонера Neoclima NS/NU-24EUMIw3	шт.	1	30	30
4	Внутрішній блок кондиціонера Neoclima NS/NU-24EUMIw3	шт.	1	10	10
5	Електроконвектор Термія ЕВРО ряд КЛАСІК ЕВНА-2,5/230 С2	шт	2	7,6	15,2
6	Електроконвектор Термія ЕВРО ряд КЛАСІК ЕВНА-0,5/230 С2	шт	4	3,5	14

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6
7	Труба мідна холоднодеформована ДСТУ ГОСТ 617:2007 $\varnothing 6,35 \times 0,76$ [27]	м	16	0,119	1,904
8	Труба мідна холоднодеформована ДСТУ ГОСТ 617:2007 $\varnothing 12,7 \times 0,8$ [27]	м	12	0,27	3,24
9	Труба мідна холоднодеформована ДСТУ ГОСТ 617:2007 $\varnothing 15,9 \times 0,89$ [27]	м	5	0,372	1,86
10	Коліно мідне холоднодеформоване 90°, $\varnothing 6,35$	шт.	5	0,015	0,075
11	Коліно мідне холоднодеформоване 90°, $\varnothing 12,7$	шт.	3	0,02	0,06
12	Коліно мідне холоднодеформоване 90°, $\varnothing 15,9$	шт.	2	0,023	0,046
13	Трубна теплоізоляція «Олтрейд» для труб $\varnothing 6,35 \times 0,76$ мм, $\delta = 9$ мм [24]	м	16	0,01735	0,278
14	Трубна теплоізоляція «Олтрейд» для труб $\varnothing 12,7 \times 0,8$ мм, $\delta = 9$ мм	м	12	0,0246	0,295
15	Трубна теплоізоляція «Олтрейд» для труб $\varnothing 15,9 \times 0,89$ мм, $\delta = 9$ мм	м	5	0,0281	0,141
16	Труба поліпропіленова комбінована Stabi Al, PN16, $\varnothing 20 \times 2,8$ [28]	м	15	0,194	2,91
17	Труби поліетиленові каналізаційні $\varnothing 50$ ДСТУ Б EN 12666-1:201	м	7	0,34	2,38
18	Заглушка поліетиленова каналізацій- на $\varnothing 50$ ДСТУ Б EN 12666-1:201	шт.	1	0,015	0,015

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6
19	Коліно поліетиленове каналізаційне 45°, ø50 ДСТУ Б EN 12666-1:201	шт.	1	0,052	0,052
20	Трійник поліетиленовий каналізаційний 45°, ø50 ДСТУ Б EN 12666-1:201	шт.	4	0,091	0,364
21	Решітка вентиляційна металева одно-рядна регульована ВЕНТС ОРГ 150×150	шт.	16	0,122	1,952
22	Повітропровід із оцинкованої тонко-листової сталі $\delta = 0,5$ мм 150×150 (6 м ²) ГОСТ 14918-80	м	10	4,13/1м ²	24,78
23	Повітропровід із оцинкованої тонко-листової сталі $\delta = 0,5$ мм 200×200 (7,5 м ²) ГОСТ 14918-80	м	9	4,13/1м ²	14,46
24	Повітропровід із оцинкованої тонко-листової сталі $\delta = 0,7$ мм 300×250 (15,5 м ²) ГОСТ 14918-80	м	14	5,7/1м ²	30,98
25	Повітропровід із оцинкованої тонко-листової сталі $\delta = 0,7$ мм 300×200 (6 м ²) ГОСТ 14918-80	м	6	5,7/1м ²	34,2
26	Повітропровід із оцинкованої тонко-листової сталі $\delta = 0,7$ мм 400×250 (16 м ²) ГОСТ 14918-80	м	12	5,7/1м ²	91,2
27	Зонт вентиляційний квадратний із тонко-листової сталі $\delta = 0,6$ мм 300×250	шт.	1	2,15	2,5

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6
28	Зонт вентиляційний квадратний із тонколистової сталі $\delta = 0,6$ мм 400×250	шт.	1	2,79	2,79
29	Листова теплоізоляція Climaflex $\delta = 30$ мм	м ²	14,5	0,9	13,05
					345,732
Потреба у допоміжних матеріалах і виробих					
для монтажу повітропроводу із оцинкованої тонколистової сталі $\delta = 0,5$ мм 150×150 [29]					
24	Азбестовий шнур загального призначення (ШАОН-1), діаметр 8,0 мм – 10,0 мм	т	0,06	0,0089	0,534
25	Вироби гумові технічні морозостійкі	кг	0,06	8	0,48
26	Мастика герметизувальна нетверднуча «Гэлан»	т	0,06	0,00501	0,3
27	Болти будівельні з гайками та шайбами	т	0,06	0,015	0,9
для монтажу повітропроводу із оцинкованої тонколистової сталі $\delta = 0,5$ мм 200×200 [29]					
30	Азбестовий шнур загального призначення (ШАОН-1), діаметр 8,0 мм – 10,0 мм	т	0,16	0,0089	1,424
31	Вироби гумові технічні морозостійкі	кг	0,16	8	1,28
32	Мастика герметизувальна нетверднуча «Гэлан»	т	0,16	0,00501	0,802
33	Болти будівельні з гайками та шайбами	т	0,16	0,015	2,4

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6
для монтажу повітропроводу із оцинкованої тонколистової сталі $\delta = 0,5$ мм 300×250 , 300×200 , 400×250 [29]					
34	Азбестовий шнур загального призначення (ШАОН-1), діаметр 8,0 мм – 10,0 мм	т	0,375	0,0094	5,525
35	Вироби гумові технічні морозостійкі	кг	0,375	8,58	3,218
36	Мастика герметизувальна нетверднуча «Гэлан»	т	0,375	0,00513	1,924
37	Болти будівельні з гайками та шайбами	т	0,375	0,011	4,125
для монтажу решіток вентиляційних металевих однорядних регульованих ВЕНТС ОРГ 150×150 [29]					
38	Електроди, діаметр 4 мм, марка Э42	т	16	0,0001	1,6
39	Розчин кладковий важкий цементний, марка М100	т	16	0,0003	4,8
40	Арматурні стрижні діаметром 12 мм	т	16	0,00043	6,88
для монтажу зонтів вентиляційний квадратний 300×250 і 400×250 [30]					
41	Електроди, діаметр 4 мм, марка Э42	т	2	0,00005	0,1
42	Болти будівельні з гайками та шайбами	т	2	0,00018	0,36
для монтажу листової теплоізоляція Climaflex $\delta = 30$ мм [31]					
43	Клей монтажний для спінених теплоізоляційних матеріалів	л	1,45	1,58	3,39

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6
44	Стрічка самоклеюча для спіне- них теплоізоляційних матеріалів 3 мм х 50 мм	м	1,45	25,55	0,183
45	Очищувач для клею	л	1,45	0,062	0,32
для прокладання труб поліетиленових каналізаційних $\varnothing 50$ [29]					
46	Вода	м ³	0,07	0,39	27,3
47	Кріплення	шт.	5	0,095	0,475
для монтажу труби поліпропіленової $\varnothing 20 \times 2,8$ [29]					
48	Вапно хлорне, марка А	т	0,15	0,00001	0,0015
49	Вода	м ³	0,15	0,47	70,5
50	Наконечники	кг	0,15	0,55	0,083
51	Кріплення	шт.	10	0,09	0,9
для монтажу труби мідної холоднодеформованої [32]					
52	Ацетилен розчинений технічний, марка А	т	0,33	0,0005	0,165
53	Бура	т	0,33	0,00002	0,007
54	Кисень технічний газоподібний	м ³	0,33	0,5	0,165 м ³
55	Дріт латунний , діаметр 1,5 мм	т	0,33	0,0002	0,066
для монтажу теплоізоляції на мідні труби $\delta = 9$ мм [31]					
56	Клей монтажний для спінених теплоізоляційних матеріалів	л	3,3	0,142	0,665
57	Стрічка самоклеюча для спіне- них теплоізоляційних матеріалів 3 мм х 50 мм	м	3,3	13,814	0,226
58	Кліпса монтажна	шт	3,3	30	0,05
59	Очищувач для клею	л	3,3	0,031	0,32

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6
Для монтажу електроконвекторів Термія, внутрішніх та зовнішніх блоків кондиціонерів [29]					
	Шурупи з круглою головкою, діаметр стержня 6 мм, довжина 40 мм	т	0,319	0,0046	1,467
	Кріплення для зовнішнього бло- ку кондиціонера	шт.	2	3,3	6,6
	Всього				166,37

Маса основного обладнання і матеріалів – 345,732.

Маса допоміжних матеріалів (без води) – 68,57 кг.

Необхідна кількість води – 97,8 кг.

Маса матеріалів для доставки

$$M_{\text{дост}} = 345,732 + 68,57 + 90,75 = 505,04 \text{ (кг)}.$$

4.2 Визначення складу і об'ємів робіт

Склад робіт:

1. Доставка деталей до місця монтажу.
2. Розмітка місць прокладання повітропроводів та трубопроводів.
3. Монтаж зовнішніх та внутрішніх блоків кондиціонера кондиціонерів Neoclima NS/NU-18EUMIw3 та кондиціонера Neoclima NS/NU-24EUMIw3.
4. Монтаж електроконвекторів Термія ЕВРО.
5. Прокладання повітропроводів і фасонних частин із оцинкованої тонколистової сталі $\delta = 0,7$ мм 300×250 , 300×200 , 400×250.

6. Прокладання повітропроводів і фасонних частин із оцинкованої тонколистової сталі $\delta = 0,5$ мм 200×200.
7. Прокладання повітропроводів і фасонних частин із оцинкованої тонколистової сталі $\delta = 0,5$ мм 150×150.
8. Встановлення решіток вентиляційних металевих однорядних регульованих ВЕНТС ОРГ 150×150.
9. Монтаж зонтів вентиляційних квадратних 300×250 і 400×250.
10. Монтаж листової теплоізоляція Climaflex $\delta = 30$ мм.
11. Прокладання труб поліетиленових каналізаційних $\varnothing 50$ з фасонними деталями.
12. Монтаж труби поліпропіленової $\varnothing 20 \times 2,8$.
13. Монтаж труби мідної холоднодеформованої $\varnothing 6,35 \times 0,76$, $\varnothing 12,7 \times 0,8$, $\varnothing 15,9 \times 0,89$.
14. Випробування трубопроводів.
12. Монтаж теплоізоляції на мідні труби $\delta = 9$ мм.
13. Монтаж листової теплоізоляції повітропроводів Climaflex $\delta = 30$ мм
14. Кінцева перевірка системи і здача в експлуатацію.
15. Повернення допоміжного обладнання на склад.

Об'єми робіт

Об'єми робіт визначаються відповідно до [29 – 32].

1. Доставка деталей до місця монтажу. Одиниці вимірювання в тонах. Загальна вага усіх деталей 505,04 кг. Приймаємо об'єм $V = 0,505$.
2. Розмітка місць прокладання повітропроводів та трубопроводів. Одиниці вимірювання 100 м. Довжина всієї мережі трубопроводів і повітропроводів складає $L = 16 + 12 + 5 + 15 + 7 + 10 + 9 + 14 + 6 + 12 = 106$ м. Приймаємо $V = 1,06$.
3. Монтаж зовнішніх та внутрішніх блоків кондиціонера кондиціонерів Neoclima NS/NU-18EUMIw3 та кондиціонера Neoclima NS/NU-24EUMIw3.

Одиниці вимірювання – 100 кВт. Загальна потужність внутрішніх і зовнішніх блоків кондиціонерів складає 25,2 кВт. Отже, приймаємо $V = 0,252$.

4. Монтаж електроконвекторів Термія ЕВРО. Одиниці вимірювання – 100 кВт. Загальна потужність внутрішніх і зовнішніх блоків кондиціонерів складає 9 кВт. Отже, приймаємо $V = 0,09$.

5. Прокладання повітропроводів і фасонних частин із оцинкованої тонколистової сталі $\delta = 0,7$ мм 300×250 , 300×200 , 400×250. Одиниця вимірювання – 100 м². У системі витяжної вентиляції монтується 37,5 м² повітропроводів і фасонних частин даного розміру. Приймаємо $V = 0,375$.

6. Прокладання повітропроводів і фасонних частин із оцинкованої тонколистової сталі $\delta = 0,5$ мм 200×200. Одиниця вимірювання – 100 м². У системі витяжної вентиляції монтується 16 м² повітропроводів і фасонних частин даного розміру. Приймаємо $V = 0,16$.

7. Прокладання повітропроводів і фасонних частин із оцинкованої тонколистової сталі $\delta = 0,5$ мм 150×150. Одиниця вимірювання – 100 м². У системі витяжної вентиляції монтується 6 м² повітропроводів і фасонних частин даного розміру. Приймаємо $V = 0,06$.

8. Встановлення решіток вентиляційних металевих однорядних регульованих ВЕНТС ОРГ 150×150. Одиниця вимірювання 1 шт. У системі витяжної вентиляції встановлюються 16 решіток. Отже, приймаємо $V = 16$.

9. Монтаж зонтів вентиляційних квадратних 300×250 і 400×250. . Одиниці вимірювання – 1 шт. Кількість зонтів над шахтами 2 шт., а отже, приймаємо $V = 2$.

10. Прокладання труб поліетиленових каналізаційних $\varnothing 50$ з фасонними деталями. Одиниці вимірювання 100 м. Довжина всієї мережі трубопроводів складає 7 м. Приймаємо $V = 0,07$.

11. Монтаж труби поліпропіленової $\varnothing 20 \times 2,8$. Одиниці вимірювання 100 м. Довжина всієї мережі трубопроводів складає 15 м. Приймаємо $V = 0,15$.

12. Монтаж труби мідної холоднодеформованої $\varnothing 6,35 \times 0,76$, $\varnothing 12,7 \times 0,8$,

Ø15,9×0,89. Одиниці вимірювання 100 м. Довжина всієї мережі трубопроводів складає 33 м. Приймаємо $V = 0,33$.

13. Випробування трубопроводів. Одиниці вимірювання 100 м. Довжина всієї мережі трубопроводу складає $L = 33+15+7 = 55$ м. Приймаємо $V = 0,55$.

14. Монтаж теплоізоляції на мідні труби $\delta = 9$ мм. Одиниці вимірювання 10 м. Довжина всієї мережі трубопроводів складає 33 м. Приймаємо $V = 3,3$.

15. Монтаж листової теплоізоляції повітропроводів Climaflex $\delta = 30$ мм. Одиниці вимірювання – 10 м². В роботі виконуємо теплоізоляцію зовнішніх повітропроводів площе 14,5 м². Приймаємо $V = 1,45$.

16. Кінцева перевірка системи і здача в експлуатацію. Одиниці вимірювання 100 м. Довжина всієї мережі трубопроводів і газоходів складає $L = 106$ м. Приймаємо $V = 1,06$.

17. Повернення допоміжного обладнання на склад. Одиниці вимірювання в тонах. Загальна вага усіх деталей 90,75 кг. Приймаємо об'єм $V = 0,091$.

4.3 Вибір метода виконання робіт, машин і механізмів. Витрати енергоресурсів

Під час встановлення пристрою необхідно дотримуватися правил техніки безпеки для роботи з електричним обладнанням.

Встановлення зовнішніх блоків повинна виконуватись таким чином, щоб було забезпечено достатнім потоком повітря для їх охолодження. Виробниками кондиціонера Neoclima рекомендуються наступні допустимі відстані під час встановлення зовнішніх блоків: відстань до стіни по горизонталі – не менше 0,15 м, відстань до найближчої перешкоди над блоком – не менше 0,5 м, відстань до найближчої фронтальної перешкоди – не менше 2 м, відстань до найближчої перешкоди з боку дренажної трубки – не менше 0,5 м.

Вибір місця для встановлення зовнішнього блоку: не повинно піддаватися впливу прямих сонячних променів, сильного вітру; повинно бу-

ти добре провітрюваним і сухим; опорна конструкція стіни, до якої кріпиться зовнішній блок повинна витримувати його вагу.

Встановлення внутрішнього блоку

Виробник рекомендує наступні допустимі відстані під час встановлення внутрішніх блоків: відстань до стіни по горизонталі – не менше 0,15 м, відстань до найближчої перешкоди над блоком (до стелі) – не менше 0,15 м, відстань до найближчої фронтальної перешкоди – не менше 3 м, відстань до найближчої перешкоди з боку дренажної трубки – не менше 0,15 м; бажана відстань до підлоги – 2,5 м.

Місце встановлення (стіна) повинне витримувати вагу приладу і не викликати збільшення шуму і вібрації.

Послідовність встановлення внутрішнього блоку [33]:

- розміщення монтажної карти на стіні у горизонтальному положенні (за допомогою вимірювача рівня) та позначення отворів для кріплення на стіні;
- формування отворів під кріплення за допомогою перфоратора, розміщення пластикових розширювачів у отворах;
- закріплення настінної монтажної карти на стіні шурупами, перевірка надійності кріплення (потягнувши раму);
- вибір положення отвору відповідно до напрямку випускної труби. Положення отвору під трубопровід повинне бути трохи нижче настінної карти відповідно до вимог виробника;
- відкриття отвору під трубопровід діаметром $\varnothing 55$ для вибраного положення випускної труби. Для того, щоб дренаж був належним, нахилити отвір під трубопровід на стіні трохи вниз до зовнішньої сторони з градієнтом 5-10°;
- направлення з'єднувальної труби у відповідний розтруб. Вручну попередньо затягнути накидну гайку. Далі затягнути гайку ключем;

- обертання внутрішньої труби і стику сполучної труби з ізоляційною трубою, обернути її стрічкою;
- під'єднання дренажного шлангу до випускної труби внутрішнього блоку;
- обертання з'єднання стрічкою;
- приєднання електричного живлення;
- перев'язка смужкою сполучної труби, мережевого шнура і дренажного шлангу;
- навішування внутрішнього блоку на монтажну карту на стіні;
- заповнення зазру між трубами і стінкою отвору ущільнюючою гумою;
- закріплення стінової труби;
- перевірка надійності встановлення внутрішнього блоку і його прилягання до стіни.

Підбір машин, механізмів, пристосувань

Труби, деталі, конструкції та обладнання завозяться централізовано автомашиною Ford Transit 100 MT L3H3. Технічні характеристики автомашини наведені в таблиці 4.2

Таблиця 4.2 – Технічні характеристики Ford Transit [34]

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Колісна база	мм	3750
Вантажопідйомність	кг	1200
Габарити вантажного відсіку:		
Довжина		3494
Ширина	мм	1784
Висота		2125
Діаметр розвороту	м	13,3
Ємність паливного баку	л	80
Витрата пального	л/100 км	8,3
Повна маса	кг	3500

Оскільки витрата пально вантажним автомобілем згідно із технічними характеристиками складає $Q = 8,3$ л/100 км, а база забезпечення обладнання знаходиться на відстані $l = 12$ км від даного об'єкту монтажу, то необхідна кількість пального для доставки обладнання

$$Q_{\text{п}} = Q \cdot 2 \cdot n \cdot l, \quad (4.1)$$

$$Q_{\text{п}} = 0,083 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 12 = 1,992 \text{ (л)}.$$

Для зварювання поліпропіленових трубопроводів діаметром 20 мм використовується плаский паяльник Wezer CF63-15A [35]. Його технічна характеристика:

- потужність, кВт – 2,0;
- температура нагріву, °С – 0-300;
- діаметри труб (мм): 20-63;
- маса – 4 кг.

Затрати електроенергії для роботи паяльника Wezer CF63-15A

Час роботи апарату $\tau = 0,375$ год; $P = 2$ кВт;

$$E_{\text{п}} = 2 \cdot 0,375 = 0,75 \text{ (кВт·год)}.$$

Для зварювання використовується зварювальний напівавтомат Powermat PM-IMG-220KL 220 з технічними характеристиками [36]:

- максимальна споживана потужність, кВт – 5,4;
- сила струму, А – 20 – 300
- напруга мережі живлення, В – 220;
- діаметр електродів, мм – 1,5 – 4,0;
- діаметр використовуваного дроту, мм – 0,6 – 1,0;
- маса – 9 кг.

Затрати електроенергії для роботи зварювального апарату

Час роботи апарату $\tau = 3,38$ год; $P = 5,4$ кВт;

$$E_{\text{за}} = 5,4 \cdot 3,38 = 18,252 \text{ (кВт}\cdot\text{год)}.$$

Для формування отворів під час кріплення електроконвекторів, зовнішніх та внутрішніх блоків кондиціонерів використовуємо перфоратор WRH13-26DFR, що має наступні характеристики: сила удара 3,2 Дж, максимальна потужність 1,25 кВт, швидкість обертання 0 – 1050 об./хв., кількість ударів – 5800 уд./хв., маса 6,2 кг [37]:

Затрати електроенергії для роботи перфоратора

Час роботи апарату $\tau = 10,15$ год; $P = 1,25$ кВт;

$$E_{\text{пф}} = 1,25 \cdot 10,15 = 12,68 \text{ (кВт}\cdot\text{год)}.$$

Для випробування трубопроводів на міцність та щільність використовуємо прес гідравлічний REMS Push, його характеристика в таблиці в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Технічні характеристики гідравлічного пресу REMS Push [38]

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Об'єм	л	12
Максимальний тиск	бар	60
Розміри	мм	500x190x140
Маса	кг	7,8

Набір пристосувань монтажни ка показаний в таблиці 4.4

Таблиця 4.4 – Набір інструментів та пристосувань для монтажників [39]

Найменування	ГОСТ, марка	Кільк., шт.	Заг. маса, кг
Ключ гайковий двохсторонній			
М17х19 мм	ГОСТ2839-80	6	0,9
М19х22 мм		6	1,2
Плоскогубці комбіновані	ГОСТ 5547-75	6	1,6
Викрутки	ГОСТ 5423 - 79	6	0,31
Молоток слюсарний	ГОСТ 2310-77	6	1,8
Зубило слюсарне довжиною 200 мм	ГОСТ 7211-72	6	2,1
Молоток гумовий		6	1,9
Стрічка вимірювальна, 20 м	ГОСТ 7502 - 61	6	0,12
Рівень металевий	ГОСТ 7948-80	2	0,22
Ящик переносний для інструменту		12	3,2
Всього:			11,75

Для переміщення трубопроводів, фасонних елементів по території котельні використовуємо візок гідравлічний ручний Skiper DB2000P [40]. Його характеристики вказані в таблиці 4.5

Таблиця 4.5 –Візок гідравлічний ручний Skiper DB2000P [40]

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Вантажопідйомність	т	2,0
Довжина вил	мм	1150
Ширина вил	мм	520
Маса нетто/брутто	кг	55

Загальна маса допоміжного обладнання складає 90,75 кг.

Загальна витрата електроенергії для роботи електроінструменту

$$E_{\Sigma} = 0,75 + 18,252 + 12,68 = 31,69 \text{ (кВт}\cdot\text{год)}.$$

4.4 Визначення трудомісткості та складу ланок для виконання монтажних робіт.

Трудомісткість виконання робіт із монтажу обладнання і системи транспортування теплоносія визначається на підставі об'ємів робіт, розрахованих у підрозділі 4.2 даної роботи.

Трудомісткість монтажних робіт [41]

$$Q = V \cdot H_{\text{ч}} / B \quad [\text{люд} \cdot \text{дні}], \quad (4.2)$$

де V – об'єм робіт;

$H_{\text{ч}}$ – норма часу на одиницю виміру, люд/год [27 – 30];

B – кількість годин в зміні, год.

У даній роботі передбачається виконання монтажних робіт у одну зміну. Тривалість зміни визначається у відповідності із трудовим законодавством України і приймається 8 годин.

Тривалість монтажних робіт [39]

$$T = Q / n \quad [\text{дні}], \quad (4.3)$$

де Q – трудомісткість монтажних робіт, люд·дні

n – кількість робітників, люд.

Кількість робітників (n), необхідних для виконання певної роботи з монтажу обладнання системи забезпечення паливом парогенератора та їх кваліфікація наведена у розділі 5 даної роботи.

Результати розрахунку за формулами (4.2) та (4.3) наведені в таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Визначення трудомісткості виконання монтажних робіт

Найменування робіт	Од. вимір	Об'єм робіт	Норма часу, люд/год	Трудо- місткість люд/дні	Виконавці		Три- валість, дні
					кіль- кість	Склад бригади	
1	2	3	4	5	6	7	8
Доставка деталей до місць монтажу та їх складування	т	0,505	4,4	0,28	2	1 робітник 1 водій	0,14
Розмітка місць прокладання повітропроводів та трубопроводів	100 м	1,06	1,6	0,212	6р-1 3р-1	Монтажники 4,5 розряд	0,106
Монтаж зовнішніх та внутрішніх блоків кондиціонера кондиціонерів Neoclima NS/NU-18EUMIw3 та кондиціонера Neoclima NS/NU-24EUMIw3	100 кВт	0,252	142,68	4,49	5р.-1 4р-1 3р-1	Монтажники 4,3 розряд	1,5
Монтаж електроконвекторів Термія ЕВРО	100 кВт	0,09	142,68	1,61	4р-1 3р-1	Монтажники 4,3 розряд	0,8
Прокладання повітропроводів і фасонних частин із оцинкованої тонколистової сталі $\delta = 0,7$ мм 300×250 , 300×200 , 400×250	100 м ²	0,375	238,51	11,18	5р.-1 4р-1 3р-1 2р-1	Монтажники 4,2 розряд	2,8

Продовження табл. 4.6

1	2	3	4	5	6	7	8
Прокладання повітропроводів і фасонних частин із оцинкованої тонколистової сталі $\delta = 0,5$ мм 200×200	100 м ²	0,16	275,66	5,51	5р.-1 4р-1 3р-1 2р-1	Монтажники 4,2 розряд	1,38
Прокладання повітропроводів і фасонних частин із оцинкованої тонколистової сталі $\delta = 0,5$ мм 150×150	100 м ²	0,06	301,07	2,26	5р.-1 4р-1 3р-1 2р-1	Монтажники 4,2 розряд	0,56
Встановлення решіток вентиляційних металевих однорядних регульованих ВЕНТС ОРГ 150×150	шт.	16	2,09	4,18	4р-1 3р-2	Монтажники систем вентиляції 4,2 розряд	1,39
Монтаж зонтів вентиляційних квадратних 300×250 і 400×250	шт.	2	1,31	0,33	4р-1 3р-1	Монтажники систем вентиляції 4,2 розряд	0,16
Прокладання труб поліетиленових каналізаційних $\varnothing 50$ з фасонними деталями.	100 м	0,07	65,82	0,58	4р-1 3р-1	Монтажники 4,2 розряд	0,29
Монтаж труби поліпропіленової $\varnothing 20 \times 2,8$.	100 м	0,15	56,59	1,06	4р-1 3р-1	Монтажники 4,2 розряд	0,53
Монтаж труби мідної холоднодеформованої $\varnothing 6,35 \times 0,76$, $\varnothing 12,7 \times 0,8$, $\varnothing 15,9 \times 0,89$	100 м	0,33	128	5,28	4р-1 3р-1	Монтажники 4,2 розряд	2,64

Продовження табл. 4.6

1	2	3	4	5	6	7	8
Випробування трубопроводів	100 м	0,55	8,22	0,57	5р.-1 4р-1 3р-1	Монтажники 4,2 розряд	0,19
Монтаж теплоізоляції на мідні труби $\delta = 9$ мм	10 м	3,3	3,52	1,45	4р-1 2р-1	Термоізолювальники 4,2 розряд	0,73
Монтаж листової теплоізоляції повітропроводів Climaflex $\delta = 30$ мм	10 м ²	1,45	6,67	1,21	4р-1 2р-1	Термоізолювальники 4,2 розряд	0,6
Кінцева перевірка системи і здача в експлуатацію	100 м	1,06	2,4	0,318	6р-1 5р.-1	Монтажники 4,2 розряд	0,159
Повернення допоміжного обладнання на склад	т	0,091	4,4	0,05	2	1 робітник 1 водій	0,025

Склад бригад та середній розряд робітників для виконання монтажних робіт визначається згідно нормативних документів [29 – 40].

1. Доставка деталей до місця монтажу. Водій і робітник.
2. Розмітка місць прокладання повітропроводів і трубопроводів. Два монтажника 6 і 3 розрядів.
3. Монтаж зовнішніх та внутрішніх блоків кондиціонера кондиціонерів Neoclima NS/NU-18EUMIw3 та кондиціонера Neoclima NS/NU-24EUMIw3. Монтажники: 5 розряду – 1 людина, 4 розряду – 1 людина, 3 розряду – 1 людина.
4. Монтаж електроконвекторів Термія ЕВРО. Монтажники: 4 розряду – 1 людина, 3 розряду – 1 людина.

5. Прокладання повітропроводів і фасонних частин із оцинкованої тонколистової сталі $\delta = 0,7$ мм 300×250 , 300×200 , 400×250. Монтажники систем вентиляції: 5 розряду – 1 людина, 4 розряду – 1 людина, 3 розряду – 1 людина, 2 розряду – 1 людина.

6. Прокладання повітропроводів і фасонних частин із оцинкованої тонколистової сталі $\delta = 0,5$ мм 200×200. Монтажники систем вентиляції : 5 розряду – 1 людина, 4 розряду – 1 людина, 3 розряду – 1 людина, 2 розряду – 1 людина.

7. Прокладання повітропроводів і фасонних частин із оцинкованої тонколистової сталі $\delta = 0,5$ мм 150×150. Монтажники систем вентиляції: 5 розряду – 1 людина, 4 розряду – 1 людина, 3 розряду – 1 людина, 2 розряду – 1 людина.

8. Встановлення решіток вентиляційних металевих однорядних регульованих ВЕНТС ОРГ 150×150. Монтажники систем вентиляції: 4 розряду – 1 людина, 3 розряду – 2 людини.

9. Монтаж зонтів вентиляційних квадратних 300×250 і 400×250. Монтажники систем вентиляції: 4 розряду – 1 людина, 3 розряду – 1 людина.

10. Прокладання труб поліетиленових каналізаційних $\varnothing 50$ з фасонними деталями. Монтажники : 4 розряду – 2 людини, 3 розряду – 2 людини.

11. Монтаж труби поліпропіленової $\varnothing 20 \times 2,8$. Монтажники : 4 розряду – 1 людина, 3 розряду – 1 людина.

12. Монтаж труби мідної холоднодеформованої $\varnothing 6,35 \times 0,76$, $\varnothing 12,7 \times 0,8$, $\varnothing 15,9 \times 0,89$. Монтажники : 3 розряду – 1 людина і 4 розряду – 1 людина.

13. Випробування трубопроводів. Монтажники : 3 розряду – 1 людина, 4 розряду – 1 людина і 5 розряду – 1 людина.

14. Монтаж теплоізоляції на мідні труби $\delta = 9$ мм. Термоізолювальники: 4 розряду – 1 людина, 2 розряду – 1 людина.

15. Монтаж листової теплоізоляції повітропроводів Climaflex $\delta = 30$ мм. Термоізолювальники: 4 розряду – 1 людина, 2 розряду – 1 людина.

16. Кінцева перевірка системи і здача в експлуатацію. Монтажники : 5 розряду – 1 людина і 6 розряду – 1 людина.

17. Повернення допоміжного обладнання на склад. Водій і робітник

4.5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

У магістерській роботі досліджується ефективність теплонасосної установки для теплохолодопостачання адміністративної будівлі.

Будівництво як трудова діяльність характеризується підвищеною шкідливістю та небезпекою робіт, що виконуються. Це обумовлено багатьма причинами – в процесі будівництва працівникам доводиться зіштовхуватися з великою кількістю небезпечних і несприятливих факторів. Підвищена небезпека будівельних робіт веде до того, що будь-яке, навіть незначне, порушення норм безпеки може стати причиною важких травм і загибелі людей, а також значного матеріального збитку. Кінцевим результатом будівництва є об'єкт, призначений для подальшої експлуатації іншими людьми протягом, як правило, тривалого періоду часу, що обчислюється десятиліттями.

На будівельно-монтажний персонал, залучений до монтажу інженерного обладнання теплонасосної установки для теплохолодопостачання адміністративної будівлі, впливають за ГОСТ 12.0.003-74 такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

Фізичні фактори: мікроклімат (температура, вологість, швидкість руху повітря, інфрачервоне випромінювання); виробничий шум, ультразвук, інфразвук; вібрація (локальна, загальна); освітлення: природне (недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск тощо); іонізація повітря.

Хімічні фактори: речовини хімічного походження, аерозолі переважно фіброгенної дії (нетоксичний пил).

Фактори трудового процесу: важкість (тяжкість) праці; напруженість праці. Важкість праці характеризується рівнем загальних енергозатрат організму або фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальною кількістю стереотипних робочих рухів, величиною статичного навантаження, робочою позою, переміщенням у просто-

рі. Напруженість праці характеризують: сенсорні та емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

4.5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта

Технічні рішення з безпечної організації робочих місць під час монтажу інженерного обладнання

Під час монтажу інженерного обладнання будівель і споруд будівлі (прокладання трубопроводів, монтаж сантехнічного, опалювального, вентиляційного та газового обладнання), за наявності небезпечних та шкідливих виробничих факторів, зазначених у вступі, безпека праці під час монтажу інженерного обладнання будівель і споруд повинна відповідати вимогам норм, заходам безпеки, зазначеним у проектно-технологічній документації (ПОБ, ПВР тощо), і зокрема [3]:

- під час виконання робіт на висоті робочі місця повинні бути обладнані вентиляцією, засобами пожежогасіння;
- додержанням заходів безпеки під час виконання робіт у траншеях і колодязях;
- додержанням спеціальних заходів безпеки під час травлення і знежирення трубопроводів.

Заготівлю і припасування труб необхідно виконувати в заготівельних майстернях. Виконання цих робіт на риштуваннях, призначених для монтажу трубопроводів, забороняється.

Під час монтажу обладнання і трубопроводів вантажопідіймальними кранами необхідно керуватися вимогами ОП при виконанні вантажопідіймальних робіт.

На будівництві об'єктів із застосуванням вантажопідіймальних кранів, якщо до небезпечних зон переміщення вантажів кранами потрапляють транс-

портні або пішохідні шляхи, санітарно-побутові чи виробничі будівлі та споруди, інші місця постійного чи тимчасового перебування людей під час виконання будівельно-монтажних робіт, необхідно виконувати вимоги цих норм, ПОБ і ПВР щодо забезпечення безпеки працюючих, зокрема:

- застосовувати засоби штучного обмеження зони роботи баштових кранів;
- застосовувати захисні пристрої, захисні екрани тощо.

Проїзди, проходи на будівельних майданчиках, а також проходи до робочих місць і на робочих місцях не повинні мати вибоїн і утримуватись у чистоті та порядку, очищуватися від сміття, снігу, не захаращуватися матеріалами та виробами, а також бути не ковзкими.

Вимоги безпеки до облаштування і утримання будівельних майданчиків, виробничих ділянок і робочих місць.

Будівельні майданчики та виробничі ділянки повинні бути огорожені [3].

Конструкція захисних огорож повинна задовольняти таким вимогам:

- огорожі, що прилягають до місць проходу людей за межами будівельного майданчика, повинні мати висоту не менше ніж 2,0 м і бути обладнані суцільним захисним козирком із несучою здатністю витримувати снігове навантаження, а також навантаження від падіння дрібних предметів; ці огорожі повинні бути без прорізів, крім воріт і хвірток, які охороняються протягом робочого часу і замикаються після закінчення робіт.

Робочі місця і проходи до них, розташовані на висоті більше ніж 1,3 м і на відстані менше ніж 2,0 м від межі перепаду по висоті, повинні бути огорожені захисними огорожами, конструкції яких визначаються в ПВР.

Огорожі слід доставити на об'єкт будівництва до початку виконання робіт та негайно установити після утворення зазначеного перепаду по висоті, а демонтувати безпосередньо перед улаштуванням проектних огорожувальних конструкцій.

Якщо неможливо установити огорожу, у випадках, визначених у ПВР, для виконання певних видів робіт (наприклад, верхолазні, монтаж конст-рук-

цій, обладнання, опалубки; мурування стін тощо) відповідно до ПВР їх необхідно виконувати із застосуванням запобіжних поясів, страхувальних канатів.

Проходи на робочих місцях і до робочих місць повинні відповідати таким вимогам:

- ширина одиночних проходів до робочих місць і на робочих місцях повинна бути не менше ніж 0,6 м, а висота таких проходів у проясненні – не менше ніж 1,8 м;

- драбини або скоби, що передбачені для піднімання чи спускання працівників на робочі місця, які розташовані на висоті (глибині) більше ніж 5 м, необхідно обладнувати пристроями для закріплення фала запобіжного пояса (канатами з уловлювачами тощо), а також обладнані дуговою огорожею.

Прорізи у стінах за однобічного прилягання до них настилу (перекриття) повинні бути огорожені, якщо відстань від рівня настилу до низу прорізу менше ніж 0,7 м.

Входи до будівель (споруд), що споруджуються, на період будівництва слід захистити зверху суцільним козирком шириною не менше ширини входу до будинку (споруди) і довжиною – відповідно до розміру небезпечної зони.

У разі, коли розрахункова довжина козирка перевищує межі будівельного майданчика, необхідно використовувати суцільні або сітчасті захисні системи огороження робочих горизонтів, які запобігають падінню елементів конструкцій та інших предметів з висоти в небезпечну зону. Конструкції цих систем необхідно визначати в ПВР.

Біля в'їзду на будівельний майданчик необхідно встановити схему руху автотранспорту. Транспортні засоби та пішоходи повинні потрапляти на об'єкт будівництва і покидати його через різні проходи і проїзди, що призначені для транспортних засобів і пішоходів. Для доступу в основні робочі зони тимчасові автомобільні шляхи повинні бути обладнані пішохідними переходами з відповідними знаками.

Внутрішні автомобільні шляхи на будівельних майданчиках повинні відповідати вимогам ДБН А.3.1-5, бути обладнані відповідними дорожніми

знаками, що регламентують порядок руху транспортних засобів і будівельних машин відповідно до Правил дорожнього руху України.

Швидкість руху автотранспорту поблизу місць виконання робіт не може перевищувати 10 км/год на прямих ділянках і 5 км/год – на поворотах.

Ліквідацію недоліків, виявлених під час випробувань змонтованої системи і обладнання, необхідно виконувати на підставі розроблених і затверджених замовником і генеральним підрядником разом із субпідрядними організаціями заходів щодо безпеки виконання цих робіт.

Встановлення і зняття перемичок (зв'язків) між змонтованим і діючим устаткуванням, а також підключення тимчасових установок до діючих систем (електричних, парових, технічних тощо) без письмового дозволу генерального підрядника і замовника не допускається.

Монтаж трубопроводів і повітроводів на естакадах необхідно виконувати з інвентарного риштування, обладнаного сходами для піднімання і спускання працівників. Піднімання і спускання конструкціями естакад не допускається.

Забороняється перебування людей під обладнанням, що встановлюється, монтажними вузлами обладнання і трубопроводів до їх остаточного закріплення.

Опускати труби у закріплену траншею необхідно так, щоб не порушувати кріплення траншеї.

Не дозволяється скочувати труби в траншею за допомогою ломів і ваг, а також використовувати розпірки кріплення траншей як опори для труб.

У приміщеннях знежирення трубопроводів забороняється користуватися відкритим вогнем і допускати іскроутворення. Місце, де проводиться знежирення, необхідно відгородити і позначити знаками безпеки.

Під час виконання робіт на будівельному майданчику роботодавець повинен забезпечити працівників санітарно-побутовими приміщеннями (гардеробними, душовими, умивальними, сушильними для одягу і взуття, приміщеннями для обігрівання, для вживання їжі та відпочинку, для особистої

гігієни жінок, туалетами тощо), питною водою і медичним обслуговуванням згідно з чинними нормативами і колективним договором (угодою).

Санітарно-побутові приміщення та обладнання мають бути введені в експлуатацію до початку виконання робіт. Під час реконструкції діючих підприємств санітарно-побутові приміщення необхідно улаштувати з урахуванням вимог, додержання яких обов'язкове під час виробничих процесів на об'єктах, які реконструюються. У санітарно-побутових приміщеннях необхідно мати достатню кількість шаф, столів та стільців.

Площа санітарно-побутових приміщень визначається відповідно до кількісного складу робітників у найбільш багаточисельну зміну на об'єкті за укрупненими нормативними показниками згідно з нормами, у $\text{м}^2/10$ осіб: гардеробна – 7,0; духова з переддушовою – 5,4; умивальня – 2,0; сушильня для одягу та взуття – 2,0; приміщення для обігрівання працюючих (захисту від сонячного випромінювання) – 1,0; їдальня (на напівфабрикатах) – 8,1 або буфет – 7,0; приміщення для відпочинку та вживання їжі – 10; туалет (питома площа на одну особу) – 1; а також приміщення для особистої гігієни жінок, $\text{м}^2/100$ жінок – 3,5; медпункт, $\text{м}^2/300$ осіб і більше – 70 і більше.

На будівельних об'єктах необхідно мати аптечки з медикаментами, носії, фіксуючі шини та інші засоби надання першої долікарської допомоги. За чисельності працюючих на об'єкті більше ніж 300 осіб генпідрядник повинен організувати роботу медпункту (з постійним медперсоналом).

Приміщення (установки) для вживання питної води мають бути облаштовані на відстані не більше ніж 75 м по горизонталі і не більше ніж 10 м по вертикалі від робочих місць.

Виробничі та санітарно-побутові приміщення, місця відпочинку, проходи для людей, робочі місця на будівельних майданчиках слід розташовувати за межами небезпечних зон. Якщо виробничі та санітарно-побутові приміщення розміщено в небезпечних зонах, необхідно розробити графіки безпечного перебування людей у цих приміщеннях.

Електробезпека

Для живлення технологічного обладнання та системи освітлення на будівництві об'єкту використовується трифазна чотирьохпровідна мережа із заземленою нейтраллю напругою 380/220 В. Відповідно з ГОСТ ПБЕ [4, 5] умови праці за ступенем небезпеки ураження працівників електричним струмом є умовами з підвищеною небезпекою, тому що підлога у будівлі є струмопровідною.

Згідно із ГОСТ 12.1.030-81, в якості захисту від ураження людей електричним струмом застосовується заземлення. Крім того безпека експлуатації при нормальному режимі роботи забезпечується застосуванням ізолювальних пристроїв, огороженням струмоведучих частин, використанням малих напруг. Особи, що обслуговують електроустановки повинні користуватися ЗІЗ - спецвзуття, рукавиці. Засоби захисту необхідно періодично випробувати, їх слід захищати від механічних пошкоджень, впливу факторів, що погіршують їх діелектричні властивості.

Загальні вимога безпеки до виробничого обладнання встановлені згідно з ГОСТ 12.2.003, в якому визначені вимоги до основних елементів конструкції, органів управління і засобів захисту, які входять в конструкцію виробничого обладнання любого виду і призначення.

В установках напругою до 1 кВ огороження роблять суцільними. Безпечні відстані між огороженнями і не ізолюваними струмоведучими частинами регламентується ПУЕ і в установках до 1 кВ із суцільними огороженнями - 5см. Висота розміщення не огорожених струмоведучих частин залежить від значення напруги і рівня підготовки людей, що працюють з електроустановками. Струмоведучі частини напругою до 1 кВ у місцях, де працюють люди, висота розміщення повинна бути не менше 3,5 м. Постійний контроль за ізоляцією, тому що протягом часу відбувається старіння ізоляції, що може привести до пробоя і створити небезпеку при дотику людини до ізолюваних проводів. Використовують наступні кольори для маркування ізоляції: чорна - для силових ланцюгів; червона - для ланцюгів керування.

Використовуються основні та допоміжні електрозахисні засоби. Основними електрозахисними засобами називаються засоби, ізоляція яких тривалий час витримує робочу напругу, що дозволяє дотикатися до струмопровідних частин, які знаходяться під напругою. До них відносяться (до 1000В): ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізолювальними ручками.

Додатковими електрозахисними засобами називаються засоби, які захищають персонал від напруги дотику, напруги кроку та попереджають персонал про можливість помилкових дій. До них відносяться (до 1000 В): діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

4.5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

Мікроклімат

Основними нормативними документами, що регламентують параметри мікроклімату виробничих приміщень, є ДСН 3.3.6.042-99 [6].

Мікроклімат приміщень на будівництві характеризується наступними чинниками: температурою повітря, відносною вологістю повітря, швидкістю руху повітря, інтенсивністю теплового випромінювання.

Робота з обслуговування технологічного обладнання відноситься до категорії Пб по важкості праці.

Допустимі норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень приведені в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 – Допустимі норми параметрів повітря на непостійних робочих місцях

Період року	Категорія робіт	Температура, °С	Відносна вологість	Швидкість руху, X
Холодний	Пб	13-23	75	не більше 0,4
Теплий		15-29	70 при 25 °С	0,2-0,5

Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується граничнодопустимими концентраціями (ГДК) в мг/м³ [6].

При роботі технологічного обладнання виділяється пил нетоксичний. При роботі системи вентиляції, провітрюванні у приміщенні може попадати пил та інші шкідливі речовини, які виділяються при технологічних процесах в цеху і знаходяться повітрі навколишнього середовища. Їх ГДК відповідно до [6] наведено в табл 4.8.

Таблиця 4.8 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин для повітря атмосфери, в робочій зоні верстатника

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4

Для забезпечення складу повітря робочої зони відповідно до ДБН проектом передбачені наступні рішення [7]:

- застосування пиловідсмоктуючих агрегатів з рукавними фільтрами, які встановлені безпосередньо на дільницях біля обладнання із яких очищене повітря поступає у виробниче приміщення;
- необхідно проводити контроль за ГДК шкідливих речовин у приміщенні; застосовувати природну вентиляцію: організовану і неорганізовану.

Виробниче освітлення

Природне освітлення

Система природного освітлення відноситься до односторонньої бокової, а освітлення здійснюється через вікна.

Штучне освітлення

Правильна експлуатація установок природного і штучного освітлення відіграє важливу роль для створення високого рівня освітленості в приміщеннях і економії електроенергії, що витрачається на штучне електричне освітлення.

Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 [8] розряд зорової роботи IV, підрозряд «в». Допустимі рівні виробничого освітлення наведені в табл. 4.9.

Таблиця 4.9 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Характеристика зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	в	Малий середній великий	Світлий середній темний	400	200	4	2,4

Для забезпечення достатнього освітлення здійснюють систематичне очищення скла та світильників від пилу (не рідше двох разів на рік), використовують жалюзі. В разі нестачі природного освітлення, використовують загальне штучне освітлення, що створюється за допомогою світлодіодних ламп [E27 LED 15W NW A60 "SG"](#). Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 2,5 метра.

Для загального освітлення приміщень рекомендується використовувати головним чином, світлодіодні лампи, що обумовлюється наступними перевагами: високою світловою віддачею (до 75 лм/Вт і більше); довгим часом використання (до 10000 годин); малою яскравістю поверхні, що світиться; спектральним складом випромінюючого світла (для деяких видів ламп цей склад є близьким до природного світла, що забезпечує гарну передачу кольорів). Разом з тим необхідно врахувати і недоліки цих ламп: висока пульсація світлового потоку та пов'язана з цим можливість стробоскопічного ефекту; для запалювання та горіння лампи необхідно включення послідовно з ним пускорегулюючих апаратів; працездатність ламп залежить від температури оточуючого середовища, до кінця часу роботи світловий потік зменшується більш ніж на половину від номінального.

Світильники з світлодіодними лампами розміщують рядами; що дозволяє здійснювати їх послідовне включення (відключення) в залежності від величини природної освітленості.

При експлуатації здійснюється контроль за рівнем напруги освітлювальної мережі, своєчасна заміна перегорілих ламп, забезпечується чистота повітря у приміщенні.

Виробничий шум

На будівництві джерелом шуму є обладнання, машини, механізми - механічний шум.

Шум – це хаотична сукупність різних за силою і частотою звуків, що заважають сприйняттю корисних сигналів і негативно впливають на людину.

Постійна дія сильного шуму може не лише негативно вплинути на слух, але й викликати інші шкідливі наслідки - дзвін у вухах, запаморочення, головний біль, підвищення втоми, зниження працездатності.

Шум має кумулятивний ефект, тобто акустичні подразнення, накопичуючись в організмі людини, все сильніше пригнічують нервову систему.

Тому перед втратою слуху від впливу шумів виникає функціональний розлад центральної нервової системи. Особливо шкідливий вплив шуму позначається на нервово-психічній діяльності людини. Процес нервово-психічних захворювань вищий серед осіб, що працюють у гомінких умовах, ніж у людей, що працюють у нормальних звукових умовах.

При санітарно-гігієнічному нормуванні шуму використовують два методи:

- нормування за гранично допустимим спектром шуму;
- нормування рівня звуку за шкалою А шумоміра.

За характером спектру шум - широкосмуговий з безперервний спектром шириною більше октави; за тональною характеристикою постійний; за походженням - гідродинамічний.

Допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку і еквівалентні рівні звуку на робочих місцях приймаються за вимогами ДСН 32.23-85 [9] і наведені в табл. 4.10.

Для зменшення рівня шуму до допустимого в цеху двигуни виконуються в металевому кожусі, а також виконують змащення, застосовують пластмасові деталі, використовують протишумні навушники, які закривають вушну раковину.

Таблиця 4.10 – Допустимі рівні звукового тиску

Робоче місце	Рівні звукового тиску в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц									Рівні звукового тиску, ДБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
На постійних робочих місцях у виробничих приміщеннях та на території підприємства	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Виробничі вібрації

Вібрацією називають механічні коливання пружних тіл або систем, коли відбувається переміщення центра їх ваги в просторі відносно статичного стану. Загальна вібрація передається на тіло через опорні поверхні людини, що стоїть чи сидить (підшви ніг або сідниці).

Допустимі рівні виробничої вібрації на постійних місцях приймаються за вимогами ДСН 32.23-85 [10] та наведені в табл. 4.11.

Основними методами колективного віброзахисту є зниження вібрації шляхом дії на джерело виникнення: відстрочка від режиму резонанс; динамічне гасіння коливань, заміна конструктивних елементів устаток і будівельних конструкцій. Засоби індивідуального захисту діляться на засоби для ніг, рук та тіла працюючого.

Таблиця 4.11 – Допустимі рівні вібрації на постійних місцях

Вид вібрації	Октавні смуги з середньгеометричними частотами, Гц									
	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Загальна вібрація:	<u>1,3</u>	<u>0,45</u>	<u>0,22</u>	<u>0,2</u>	<u>0,2</u>	<u>0,2</u>	-	-	-	-
На постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях	108	99	93	92	92	92				

В чисельнику середньоквадратичне значення вібрації, м/с 10^{-2} , знаменнику - логарифмічні рівні вібрації, дБ.

Психофізіологічні фактори

Психофізіологічні фактори вибираються відповідно з Гігієнічною класифікацією праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виро-

бничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу, затвердженої Наказом Міністерства охорони здоров'я № 528 від 27 грудня 2001 року.

Фізичні навантаження.

Робоча поза: Періодичне перебування в незручній та/або фіксованій позі до 50% часу зміни; перебування у вимушеній позі (навпочіпки, на колінах і т. ін.) від 10% до 25% часу зміни; знаходження в позі стоячи від 60% до 80% часу зміни.

Сумарна маса вантажів, що переміщуються протягом кожної години зміни: з робочої поверхні (чоловіки): до 1500

Нахили корпусу (вимушені, більше 30), кількість за зміну: 101 –300

Переміщення у просторі (переходи, обумовлені технологічним процесом протягом зміни), км

По горизонталі: до 12

По вертикалі: до 8

Інтелектуальні навантаження: Рішення складних завдань з вибором за відомим алгоритмом (робота за серією інструкцій)

Зміст роботи: Сприймання сигналів з наступним порівнянням фактичних значень параметрів з їх номінальним значеннями. Заключна оцінка фактичних значень параметрів, Обробка, перевірка і контроль за виконанням завдання, Робота в умовах дефіциту часу

Сенсорні навантаження:

Тривалість зосередженого спостереження (в % від часу зміни) 51 -75

Щільність сигналів (світлових, звукових) та повідомлень в середньому за годину роботи 176–300

Кількість виробничих об'єктів одночасного спостереження 11-25

Навантаження на зоровий аналізатор (Спостереження за екранами відеотерміналів (годин на зміну) 3-4

Навантаження на слуховий аналізатор (при виробничій необхідності сприйняття мови чи диференційованих сигналів) Розбірливість слів та сигналів від 70% до 50%

Навантаження на голосовий апарат (сумарна кількість годин, що наговорюються протягом тижня) 20-25

Емоційне навантаження:

Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності. Значущість помилки – Несе відповідальність за функціональну якість основної роботи (завдань). Вимагає виправлень за рахунок додаткових зусиль всього колективу (групи, бригади та ін.)

Ступінь ризику для власного життя

Ступінь відповідальності за безпеку інших осіб

Монотонність навантажень:

Кількість елементів (прийомів), необхідних для реалізації простого завдання або в операціях, які повторюються багаторазово 5-2

Тривалість виконання простих виробничих завдань чи операцій, що повторюються (сек.) 24-2

Монотонність виробничої обстановки (час пасивного спостереження за технологічним процесом в % від часу зміни) 91-95

Режим праці

Фактична тривалість робочого дня (год.) 10– 12

Змінність роботи Тризмінна робота (робота у нічну зміну)

Наявність регламентованих перерв та їх тривалість Перерви нерегламентовані або недостатньої тривалості до 3% часу зміни

4.5.3 Розрахунок надмірного тиску вибуху пилоповітряної суміші

Надлишковий тиск вибуху пилоповітряної суміші ΔP , кПа, розраховують за формулою:

$$\Delta P = \frac{m \cdot H_T \cdot P_o \cdot Z}{V_{\text{вільн}} \cdot \rho_{\text{п}} \cdot C_p \cdot T_o} \cdot \frac{1}{K_H}, \quad (4.4)$$

де коефіцієнт Z участі пилу у завислому стані (аерозоль) у вибуху розраховується за формулою:

$$Z = 0,5 \cdot F, \quad (4.5)$$

де F – масова частка частинок пилу розміром менше критичного. З перевищенням критичного розміру частинок пилу аерозоль стає вибухобезпечним. Приймаємо $Z = 0,5$.

H_T – теплота згоряння, $H_T = 15700$ кДж/кг (за завданням).

P_0 – початковий тиск, кПа (допускається приймати таким, що дорівнює 101 кПа).

C_p – теплоємність повітря, $C_p = 1,01 \cdot 10^3$ Дж·кг⁻¹·К⁻¹.

T_0 – початкова температура повітря, К.

Розрахункову масу пилу, що знаходиться у стані аерозолу в об'ємі приміщення в результаті аварійної ситуації, m , кг, визначаємо за формулою:

$$m = m_{зв} + m_{ав}, \quad (4.6)$$

де $m_{зв}$ – розрахункова маса частини відкладеного у приміщенні пилу, що перейшла у стан аерозолу, кг;

$m_{ав}$ – розрахункова маса пилу, що надійшла до приміщення в результаті аварійної ситуації з апаратів та технологічного обладнання, кг.

Розрахункову масу пилу, що перейшов у стан аерозолу, $m_{зв}$ визначаємо за формулою:

$$m_{зв} = K_{зв} \cdot m_{п}, \quad (4.7)$$

де $K_{зв}$ – частка пилу, що відклався у приміщенні, яка здатна перейти у стан аерозолу в результаті аварійної ситуації. Приймаємо $K_{зв} = 0,9$;

$m_{п}$ – маса пилу, що відклалась у приміщенні до моменту аварії.

$$m_{\text{п}} = 3600(\gamma_{\text{п.д.}} \cdot F_{\text{д}} \cdot n_{\text{д}} + \gamma_{\text{п.в.}} \cdot F_{\text{в}} \cdot n_{\text{в}})(1 - K_{\text{пр}})K_{\text{г}} \cdot t_{\text{р}}, \quad (4.8)$$

де $F_{\text{д}}$, $F_{\text{в}}$ – площа доступної та важкодоступної поверхні при прибиранні пилу відповідно (за завданням $F_{\text{д}}=378 \text{ м}^2$);

$t_{\text{р}}$ – тривалість одного циклу пиловиділення (зміни), $t_{\text{р}} = 24 \text{ год}$.

$n_{\text{д}}$, $n_{\text{в}}$ – кількість циклів роботи обладнання між поточними на доступних та генеральними прибираннями на важкодоступних поверхнях відповідно;

$K_{\text{пр}}$ – коефіцієнт ефективності пилоприбирання;

$K_{\text{г}}$ – частка горючого пилу в загальній масі відкладень, $K_{\text{г}} = 0,9$;

$\gamma_{\text{п.д.}}$, $\gamma_{\text{п.в.}}$ – інтенсивність відкладення пилу на доступних та важкодоступних поверхнях відповідно, $\gamma_{\text{п.д.}} = 2,06 \cdot 10^{-6} \text{ кг/с} \cdot \text{м}^2$ (за завданням).

Технологічний процес по завантаженню та розвантаженню палива ручний, видалення пилу виконується тільки вручну, тому в розрахунку приймаємо, що вся площа накопичення пилу (робоча поверхня сушарки та навколишній простір) є доступною з ефективністю пилоприбирання $K_{\text{пр}} = 0,6$

$$m_{\text{п}} = 3600(2,06 \cdot 10^{-6} \cdot 378 \cdot 1)(1 - 0,6)0,9 \cdot 24 = 24,22 \text{ (кг)}.$$

Отже, розрахункова масу пилу, що перейшов у стан аерозолі, становить: $m_{\text{зв}} = 0,9 \cdot 24,24 = 21,8 \text{ (кг)}$.

Розрахункову масу пилу, що потрапила до приміщення з апарата в результаті аварійної ситуації, $m_{\text{ав}}$, визначаємо за формулою:

$$m_{\text{ав}} = (m_{\text{ап}} + q \cdot \tau) \cdot K_{\text{п}}, \quad (4.10)$$

де $m_{\text{ап}}$ – маса горючого пилу, що викидається до приміщення з апарата (5% максимальної кількості палива в топці), $m_{\text{ап}} = 12 \text{ кг}$ (за завданням);

q – витрата, з якою продовжують надходити пилоподібні речовини до

аварійного апарата до моменту припинення, $q=0,1 \text{ кг}\cdot\text{с}^{-1}$ (за завданням);

τ – час перекривання, який визначається за пунктом, $\tau = 30 \text{ с}$;

K_{Π} – коефіцієнт пилення, для пилу з дисперсністю менше ніж 350 мкм приймаємо $K_{\Pi} = 1,0$.

$$m_{\text{ав}} = (12 + 0,1 \cdot 15) \cdot 1 = 13,5 \text{ (кг)}.$$

Отже, розрахункова масу пилу, що знаходиться у стані аерозолію складає:

$$m = 21,8 + 13,5 = 35,3 \text{ (кг)}.$$

Розрахуємо вільний об'єм приміщення (розміри приміщення за завданням):

$$V_{\text{в}} = 24 \cdot 17 \cdot 7 = 2856 \text{ (м}^3\text{)}.$$

Розрахуємо густину повітря при температурі 20° С до вибуху:

$$\rho_{\text{в}} = \frac{352}{t_{\Pi} + 273},$$

$$\rho_{\text{в}} = \frac{352}{23 + 273} = 1,18 \text{ (кг/м}^3\text{)}.$$

Розрахуємо надлишковий тиск вибуху:

$$\Delta P = \frac{m \cdot H_{\text{T}} \cdot P_0 \cdot Z}{V_{\text{вільн}} \cdot \rho_{\Pi} \cdot C_p \cdot T_0} \cdot \frac{1}{K_{\text{н}}},$$

$$\Delta P = \frac{35,3 \cdot 15700 \cdot 101 \cdot 0,5}{2756 \cdot 1,18 \cdot 1,01 \cdot (20 + 273)} \cdot \frac{1}{3} = 9,35 \text{ (кПа)}.$$

Отже, в технологічному процесі обертається вибухопожежо-небезпечний пил, який при виникненні аварії може вибухнути, створивши надлишковий тиск 9,35 кПа. Вибух такої потужності може призвести до повного руйнування легких та слабкого руйнування капітальних конструкцій.

4.5.4 Заходи запобігання вибухів пилу

Для запобігання вибухонебезпечних ситуацій приймається комплекс заходів, які залежать від виду продукції, що випускається. Багато заходів є специфічними і можуть бути притаманні лише одного або декількох видів виробництв.

В першу чергу для всіх вибухонебезпечних виробництв, складів і т.п., що мають у своєму складі вибухові речовини, пред'являються вимоги до території для їх розміщення, які вибираються по можливості в незаселених або малозаселених районах.

Для захисту застосовуються автоматичні системи захисту, метою яких є: сигналізація і оповіщення про аварійні ситуації виробничого процесу; виведення з перед аварійного стану потенційно небезпечних технологічних процесів при порушенні регламентних параметрів (температури, тиску, складу, швидкості); виявлення загазованості виробничих приміщень та автоматичного включення пристроїв, що попереджають про утворення суміші газів і парів з повітрям вибухонебезпечних концентрацій.

Джерелами аварій можуть бути припинення подачі електроенергії, зниження подачі пари і води в трубопроводах, у результаті чого порушується технологічний режим і створюються надзвичайно небезпечні аварійні ситуації. У зв'язку з цим вживаються заходи по надійному забезпеченню енергопостачання обладнання, удосконалення технологічних засобів, що забезпечують його безпечну зупинку і наступний пуск.

Неодмінною умовою надійної безаварійної роботи будь-якого виробництва є висока професійна підготовленість штатного персоналу, а також

спеціальних аварійних бригад, які здійснюють ремонт, нагляд та ліквідацію аварій.

Вибуху великих обсягів пилоповітряних сумішей, як правило, передують невеликі місцеві удари і локальні вибухи всередині обладнання і апаратури. При цьому виникають слабкі ударні хвилі, струшуючі і піднімаючі у повітря великі маси пилу, що накопичилися на поверхні підлоги, стін і обладнання. Щоб виключити вибух пилоповітряних сумішей, необхідно не допускати значних скупчень пилу. Це досягається: поліпшенням технології виробництва, підвищенням надійності обладнання, правильним розрахунком і монтажем вентиляційних пиłosосних установок.

Ініціатором практично всіх вибухів газо-, паро-і пилоповітряних сумішей є іскра, тому там, де можливе утворення цих сумішей, необхідно забезпечувати надійний захист від статичної електрики, передбачати заходи проти іскріння електроприладів та іншого обладнання.

Будь-яке обладнання підвищеного тиску повинно бути укомплектовано системами вибухозахисту, які припускають: застосування обладнання, розрахованого на тиск вибуху; застосування гідрозатворів, вогнеперепиначів, інертних або парових завіс; захист апаратів від руйнування під час вибуху за допомогою пристроїв аварійного скидання тиску (запобіжні мембрани і клапани, швидкодіючі засувки, зворотні клапани і т.д.).

Вибухозахист систем підвищеного тиску досягається також організаційно-технічними заходами; розробкою інструктивних матеріалів, регламентів, норм і правил ведення технологічних процесів; організацією навчання та інструктажу обслуговуючого персоналу; контролем і наглядом за дотриманням норм технологічного режиму, правил і норм техніки безпеки, промислової санітарії та пожежної безпеки і т.п.

4.6 Висновки до розділу 4

В даному розділі розроблено технологію монтажу обладнання системи опалення та вентиляції громадської будівлі у м. Вінниця з використанням спліт систем інверторного типу та електроконвекторів.

Розроблено монтажну схему обладнання системи опалення та вентиляції.

Складено комплектувальну відомість основних та допоміжних матеріалів, необхідних для монтажу системи опалення та вентиляції торговельного центру. При цьому маса основного обладнання і матеріалів склала 345,73 кг, а допоміжного – 68,57 кг.

Також визначено склад і об'єми робіт, потребу в машинах. Так для транспортування матеріалів використовується вантажний автофургон Ford Transit 100 MT L3H3, для зварювання використовується зварювальний напівавтомат Powermat PM-IMG-220KL 220, для зварювання поліпропіленових трубопроводів плоский паяльник Wezer CF63-15A, для формування отворів – перфоратор WRH13-26DFR, для випробування трубопроводів на міцність та щільність – прес гідравлічний REMS Push, для переміщення вантажу – візок гідравлічний ручний Skipper DB2000P.

Вибрано допоміжне обладнання для монтажу системи. Загальна маса обладнання – 90,75 кг.

Визначено затрати паливно-енергетичних ресурсів для виконання монтажних робіт. Так витрата електроенергії на роботу електроінструменту складає 31,69 кВт год, а витрата пального для доставки вантажу 1,992 л.

Визначено трудомісткість і тривалість виконання монтажних робіт. Так загальна трудомісткість складає 40,57 люд-дні. Розроблено календарний план виконання монтажних робіт, згідно з яким загальна тривалість виконання монтажних робіт складає 12,42 діб

В підрозділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто небезпечні виробничі фактори та технічні рішення з безпечної організації робочих місць під час монтажу обладнання. Проаналізовано показники мікроклімату в приміщеннях, вібрації, психофізіологічні фактори. Розраховано тиск вибуху пилоповітряної суміші та розроблено заходи запобігання вибуху.

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Визначення капітальних вкладень на влаштування обладнання

В даному розділі необхідно оцінити економічну ефективність інвестицій у влаштування нового обладнання.

Для розрахунку кошторсної вартості влаштування обладнання дотримувалися вимог Кошторсних норм України „Настанова з визначення вартості будівництва” від 02.05.2022 і використовували кошторисну програму “АВК” із специфікацією обладнання.

Для визначення кошторсної вартості влаштування обладнання робляємо локальний кошторисний документ за допомогою програмного комплексу АВК (табл.5.1) на основі: ресурсних елементних кошторсних норм на будівельні роботи (РЕКН); кошторсних цін на матеріали, вироби та конструкції загально виробничі витрати розраховані відповідно до усереднених показників додатка 18 до Настанови з визначення вартості будівництва.

Кошторисна вартість влаштування конструкцій враховує трудовитрати та заробітна плата будівельників та машиністів, кількість та вартість матеріальних ресурсів, експлуатації будівельних машин та механізмів. Кошторисна вартість влаштування конструкцій визначається як сума прямих та загальновиробничих витрат.

Прямі витрати (ПВ) враховують в своєму складі заробітну плату робочих, вартість експлуатації будівельних машин та механізмів, вартість матеріалів, виробів та конструкцій.

Загальновиробничі витрати (ЗВВ) – це витрати будівельно-монтажної організації, які входять у виробничу собівартість будівельно-монтажних робіт. Усі затрати, які відносяться до ЗВВ, згруповані в три групи.

Таблиця 5.1 - Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-17

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 149,188 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість 0,242 тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата 18,247 тис. грн.
Середній розряд робіт 3,6 розряд

Складений в поточних цінах станом на "3 грудня" 2022 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього заробітної плати	експлуатації машин в тому числі заробітної плати	Всього	заробітної плати	експлуатації машин в тому числі заробітної плати	не зайнятих обслуговуванням машин	
										тих, що обслуговують машини	
										на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	E20-40-1	Установлення кондиціонерів Зовнішній блок і внутрішній блок Neoclima NS/NU	10шт	0,2	<u>2570,94</u> 2533,29	<u>36,36</u> 11,33	514	507	<u>7</u> 2	<u>32,3</u> 0,6783	<u>6,46</u> 0,14
2	C130-426 варіант 1	Кондиціонери кондиціонери Neoclima NS/NU-18EUMIw3	шт	1	<u>35899,20</u> -	-	35899	-	-	-	-
3	C130-427 варіант 1	кондиціонера Neoclima NS/NU-24EUMIw3	шт	1	<u>38886,15</u> -	-	38886	-	-	-	-
4	E18-6-3	Установлення електроконвекторів Термія EBPO	100кВт	0,05	<u>10794,59</u> 10362,85	<u>377,65</u> 117,49	540	518	<u>19</u> 6	<u>142,68</u> 6,8996	<u>7,13</u> 0,34
5	C130-420	Електроконвектор Термія EBPO ряд КЛАСІК EBNA-2,5/230 C2	кВт	5	<u>2554,88</u> -	-	12774	-	-	-	-
6	C130-420 варіант 1	Електроконвектор Термія EBPO ряд КЛАСІК EBNA-0,2/230 C2	кВт	2	<u>2248,88</u> -	-	4498	-	-	-	-

7	E16-9-1	Прокладання труб Труба мідна холоднодеформована ДСТУ ГОСТ 617:2007 діаметром до 50 мм	100м	0,33	<u>7575,35</u> 7003,99	<u>487,46</u> 103,76	2500	2311	<u>161</u> 34	<u>90,69</u> 6,1381	<u>29,93</u> 2,03
8	C113-1 варіант 1	Труба мідна холоднодеформована ДСТУ ГОСТ 617:2007 Ø6,35×0,76	м	16	<u>215,05</u> -	-	3441	-	-	-	-
9	C113-1 варіант 2	Труба мідна холоднодеформована ДСТУ ГОСТ 617:2007 Ø12,7×0,8	м	12	<u>232,18</u> -	-	2786	-	-	-	-
10	C113-1 варіант 3	Труба мідна холоднодеформована ДСТУ ГОСТ 617:2007 Ø15,9×0,89	м	5	<u>295,65</u> -	-	1478	-	-	-	-
11	E26-1-1	Трубна теплоізоляція «Олтрейд»	10м	3,3	<u>2418,63</u> 715,28	<u>11,41</u> 3,55	7981	2360	<u>38</u> 12	<u>9,12</u> 0,2128	<u>30,1</u> 0,7
12	E20-12-2	Установлення решітки вентиляційна металева однорядна регульована ВЕНТС ОРГ 150 150	грати	16	<u>152,60</u> 128,98	<u>5,34</u> 1,24	2442	2064	<u>85</u> 20	<u>1,82</u> 0,0745	<u>29,12</u> 1,19
13	E20-1-2	Прокладання повітроводів із листової сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,5 мм, периметром до 600 мм	100м2	0,06	<u>35008,97</u> 18106,09	<u>109,11</u> 34,88	2101	1086	<u>7</u> 2	<u>261,8</u> 2,0876	<u>15,71</u> 0,13
14	E20-1-3	Прокладання повітроводів із листової сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм, периметром 800, 1000 мм					100м2	0,072	<u>33466,98</u> 16577,65	<u>95,56</u> 30,66	2410
15	E20-1-10	Прокладання повітроводів із листової сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм, периметром від 1100 до 1600 мм					100м2	0,37	<u>32087,52</u> 14343,78	<u>87,01</u> 27,99	11872
16	E20-21-1	Установлення зонтів із листової оцинкованої сталі прямокутного перерізу периметром 1000 мм					зонг	1	<u>4152,41</u> 60,28	<u>2,13</u> 0,47	4152

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
17	E20-21-2	Установлення зонтів із листової оцинкованої сталі прямокутного перерізу периметром 1300 мм	зонт	1	<u>4320,95</u> 95,15	<u>3,07</u> 0,71	4321	95	<u>3</u> 1	<u>1,31</u> 0,0423	<u>1,31</u> 0,04
		Разом прямі витрати по кошторису					138595	15502	<u>361</u> 89		<u>214,59</u> 5,35
		Разом будівельні роботи, грн.					138595				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					122732				
		всього заробітна плата, грн.					15591				
		Загальновиробничі витрати, грн.					10593				
		трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год.					22,52				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					2656				
		Всього будівельні роботи, грн.					149188				

		Всього по кошторису					149188				
		Кошторисна трудоємність, люд.год.					242				
		Кошторисна заробітна плата, грн.					18247				

Склав _____
[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив _____
[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

5.2 Техніко-економічні показники роботи системи теплохолодопостачання будівлі

Загальні витрати інноваційного проекту представлені в таблиці 5.2, розраховуються у відсотках від кошторисної вартості будівельно-монтажних робіт (значення приймається з локального кошторису таблиці 5.1).

Таблиця 5.2 – Перелік інноваційних витрат

Орієновна робота	Питома вага вартості роботи, %	Термін виконання роботи, міс.	Загальна вартість виконання роботи, тис. грн.
Формування інноваційної ідеї проекту	1	1	14,92
Вивчення інформаційних джерел, патентний пошук	0,2	1	2,98
Техніко-економічне обґрунтування	1,5	3	22,38
Проектування	2,5	4	37,30
Експертиза інноваційного рішення	1	1	14,92
Витрати на придбання патентів, ліцензій, ноу-хау, технологій	2	2	29,84
Виготовлення нового виробу	100	6	1491,88
Витрати на пусконаладжувальні роботи, комплексне освоєння проектних потужностей і досягнення техніко-економічних показників	3	1	44,76
Витрати на підготовку кадрів	5	2	74,59
Всього		21	1733,56

Показники комерційної ефективності проекту (таблиця 5.3).

Таблиця 5.3 – Показники комерційної ефективності проекту, тис. грн.

№	Показники	Рік						
		-1	0	1	2	3	4	5
1	Потік реальних грошей	-122,33	-1742,23	1316,68	1310,61	1354,37	1357,64	1597,76
2	Сальдо реальних грошей	-122,33	-1273,21	1316,68	1268,38	1312,14	1319,53	1563,77
3	Сальдо накопичених реальних грошей за п.2	-122,33	-1395,54	-78,86	1189,51	2501,65	3821,19	5384,96
4	Коефіцієнт дисконтування при нормі дисконту 16%	1,16	1,00	0,86	0,74	0,64	0,55	0,48
5	Чиста поточна вартість	-141,91	-1742,23	1135,07	973,99	867,69	749,81	760,72
6	Інтегральний економічний ефект (накопичена чиста вартість) за п.5 ((t)+(t-1))	-141,91	-1884,14	-749,07	224,93	1092,61	1842,43	2603,14

З таблиці 5. 3 видно додатне сальдо накопичених реальних грошей на другому році реалізації проекту.

Оцінювання економічної ефективності інноваційного проекту

Чистими грошовими надходженнями визначаються

$$NV = \sum_{t=0}^{T_p} NCF_t = \sum_{t=0}^{T_p} R_t - Z_t - N_t - K_t, \quad (5.1)$$

де NCF_t - чистий грошовий потік на t -ому році;

R_t - результат виручки у t -й рік;

Z_t - витрати у t -й рік;

N_t - податки у t -й рік; K_t – інвестиції у t -й рік; T_p - розрахунковий період.

$NV = 5072,5$ тис. грн.

Чиста поточна вартість

$$NPV = \sum_{t=0}^{T_p} NCF_t \cdot \eta_t = \sum_{t=0}^{T_p} (R_t - Z_t - N_t - K_t) \cdot \eta_t, \quad (5.2)$$

де $\eta_t = 0,16$ – коефіцієнт дисконтування.

$NPV = 2603,14$ тис. грн.

Якщо $NPV > 0$, то проект можна рекомендувати до реалізації;

якщо $NPV < 0$, то проект необхідно відхилити;

$NPV = 0$, то в разі прийняття рішення про реалізацію проекту інвестори не отримають доходів на вкладений капітал.

Висновок. Оскільки NPV та NV є додатними, тобто за розрахунковий період грошові надходження перевищують суму капітальних вкладень, що призведе до зростання доходів інвестора, то проект вважається ефективним.

Термін окупності інвестицій

Термін окупності

$$\sum_{t=0}^{T_p} (P_t - B_t) \cdot \eta_t = \sum_{t=0}^{T_p} K_t \cdot \eta_t. \quad (5.3)$$

Розрахунок терміну окупності кумулятивним методом

Кумулятивний метод передбачає знаходження періоду окупності

$$T = t + \frac{COF_t}{CIF_{t+1}}, \quad (5.4)$$

де COF_t – залишок інвестиційних витрат, не забезпечених доходами на початок t -го періоду, грн., CIF_t – чисті грошові надходження $(t+1)$ -го періоду, грн. Розрахунок представлений в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Розрахунок простого терміну окупності кумулятивним методом, тис. грн.

Показник	Номер кроку розрахункового періоду						
	-1	0	1	2	3	4	5
Потік реальних грошей	-122,3342	-1742,23	1316,68	1310,61	1354,37	1357,64	1597,76
Кумулятивна	-122,3342	-1864,56	-547,88	762,72	2117,09	3474,74	5072,50

Як видно з таблиці 5.4 за показником залишку інвестиційних витрат, строк окупності даного проекту знаходиться між 1 та 2 роком (перехід від від'ємного до додатного залишку). Відповідно, за формулою (5.4) термін окупності буде дорівнювати

$$T = 1 + 547,88 / 1310,61 = 1,41 \text{ (років).}$$

5.3 Висновки до розділу 5

Склали кошторисний документ – локальний кошторис. В локальному кошторисі пораховано:

- Кошторисна вартість $K_b = 149,188$ тис. грн.
- Кошторисна заробітна плата ЗП = 18,247 тис. грн.
- Кошторисна трудомісткість $T = 0,242$ тис. люд –год
- Вартість матеріалів –122,732 тис. грн.

Розраховали основні показники ефективності інвестицій в інноваційний проект:

- Чисті грошові надходження – 5072,5 тис. грн.;
- Чиста поточна вартість –2603,14 тис. грн.;

Термін окупності, розрахований кумулятивним методом та методом усереднених параметрів – 1,41 роки.

ВИСНОВКИ

В магістерській кваліфікаційній роботі розглянута проблема підвищення ефективності теплохолодопостачання громадської будівлі у місті Вінниця.

Проаналізовано об'єкт дослідження щодо огорожувальних конструкцій та встановленого обладнання систем опалення, охолодження, вентиляції та гарячого водопостачання. Виявлено, що прийняті проектні рішення вимагають проведення енергетичного аудиту, а саме визначити енергопотребу будівлі та її енергоспоживання.

Проаналізовані методи визначення енергопотреби та енергоспоживання будівель і методи підвищення енергоефективності систем теплохолодопостачання будівель.

Розроблена математична модель для визначення енергопотреби та енергоспоживання громадської будівлі. Дана загальна характеристика математичної моделі та наведені основні рівняння математичного опису моделі.

Дана модель дозволяє виконувати дослідження ефективності впровадження енергозберіжних заходів для зменшення енергопотреби будівлі, енергоспоживання систем опалення, охолодження, освітлення, вентиляції та гарячого водопостачання та підвищення класу енергоефективності будівлі.

Показано, що огорожувальні конструкції за величиною термічного опору відповідають вимогам ДБН. Виявлено, що питома енергопотреба на опалення, охолодження та гаряче водопостачання складає 42,8 кВт·год/м³, що перевищує мінімальні вимоги нормативів на 5,6 %. Але енергоспоживання систем опалення, охолодження та гарячого водопостачання відповідає класу будівлі «А».

Також виконано дослідження впливу товщину утеплення зовнішніх стін, збільшення товщини утеплення суміщеного покриття, уточнення споживання гарячої води на величину енергопотреби на опалення, охолодження та гаряче водопостачання будівлі.

Виявлено, що для досягнення мінімальних вимог щодо енергопотреби необхідно зменшити показник питомого споживання гарячої води до 33% від запропонованої в ДСТУ, або збільшити товщину утеплювача на зовнішніх стінах до 200 мм.

В роботі розроблено технологію монтажу обладнання системи теплохолододопостачання громадської будівлі з використанням сплітсистем інверторного типу та електроконвекторів.

Розроблено монтажну схему обладнання системи опалення та вентиляції. Складено комплектувальну відомість основних та допоміжних матеріалів, необхідних для монтажу системи опалення та вентиляції торговельного центру. При цьому маса основного обладнання і матеріалів склала 345,73 кг, а допоміжного – 68,57 кг.

Також визначено склад і об'єми робіт, потребу в машинах. Вибрано допоміжне обладнання для монтажу системи. Загальна маса обладнання – 90,75 кг. Визначено, що затрати паливно-енергетичних ресурсів для виконання монтажних робіт – 31,69 кВт-год електроенергії та 19,92 л пального.

Трудомісткість і тривалість виконання монтажних робіт складає 40,57 люд-дні та 12,42 діб.

В підрозділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто небезпечні виробничі фактори та технічні рішення з безпечної організації робочих місць під час монтажу обладнання. Проаналізовано показники мікроклімату в приміщеннях, вібрації, психофізіологічні фактори. Розрахований тиск вибуху та запропоновані заходи для запобігання вибухів.

В роботі складений локальний кошторис на будівельні роботи із створення системи теплохолододопостачання громадської будівлі. Виявлено, що кошторисна вартість складає 149,188 тис. грн., з яких вартість матеріалів, конструкцій, обладнання 122,732 тис. грн, а кошторисна трудомісткість робіт склала 0,242 тис. люд.-год.

Розрахунки техніко-економічних показників показали, що чисті грошові надходження 5072,5 тис. грн., чиста поточна вартість 2603,14 тис. грн., термін окупності за кумулятивним методом складає 1,41 року.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Степанов Д.В. Вплив показників джерела теплопостачання будівлі на рівень її енергоспоживання та клас енергоефективності. Доповідь на МНТК «Енергоефективність в галузях економіки України - 2021», Вінниця, 2021. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2021/paper/viewFile/14027/11881> (дата звернення: 11.12.2022)
2. Степанов Д.В. Заходи для забезпечення нормативної енергопотребы торговельного комплексу у м. Вінниця / Д. В. Степанов, Р. В. Ящук, Д. Я. Лисюк // Доповідь на Науково-технічній конференції факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінниця, 2022. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2022/paper/view/15073/12716> (дата звернення: 11.12.2022)
3. Степанов Д.В. Оцінювання енергоефективності запроєктованої громадської будівлі у м. Вінниця / Д. В. Степанов Д. В. Степанов, Р. В. Ящук, В. В. Мартиненко // Доповідь на Науково-технічній конференції факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінниця, 2022. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2022/paper/view/15294/12875> (дата звернення: 11.12.2022)
4. Лялюк О. Г. Особливості впровадження нових технологій тепло та гідроізоляції / О. Г. Лялюк, Р. В. Ящук // Доповідь на МНТК «Енергоефективність в галузях економіки України - 2021», Вінниця, 2021. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2021/paper/viewFile/14017/11891> (дата звернення: 11.12.2022)
5. Енергоефективність будівель в Україні. URL: <https://dergbud.org.ua/enerhoefektyvnist-budivlua.html> (дата звернення: 11.12.2022)
6. Про енергоефективність будівель : Закон України від 17.10.2019. №199 – IX. Дата оновлення 1.12.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19#Text> (дата звернення: 11.12.2022).
7. Білоус І.Ю. Оцінювання енергоефективності будівлі в умовах динамічної зміни характеристик середовища. дис. канд. техн. наук 05.14.01 / НТУУ КПІ. Київ, 2019. 236 с.
8. Про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівель: Наказ №169 від 11.07.2018. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/ru/z0822-18#Text>. (дата звернення: 11.12.2022)
9. ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель. К.: Мінрегіонбуд України, 2017 р.

10. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція будівель. К.: Мінрегіонбуд України, 2012 р. Режим доступу: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2022/06/dbn-v.2.6-31.pdf> (дата звернення: 11.12.2022).
11. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціювання повітря. К.: Мінрегіонбуд України, 2014 р.
12. Система теплопостачання будинку на основі геліоустановки та теплового насоса. Патент №82399 Україна. МПК F24D3/00 F24J3/00 № 201303281. Заявл. 18.03.2013. опубл. 25.07.2013. Бюл. № 14. 6 с.
13. Триконтурний теплообмінник змієвикового типу для систем опалення та гарячого водопостачання від альтернативного джерела теплоти. Патент №70731 Україна. МПК F24D11/00 № 201113983. Заявл. 28.11.2011. опубл. 25.06.2012. Бюл. № 12. 5 с.
14. Спосіб отримання холоду та тепла з низькопотенціальних джерел теплоти. Патент №83423 Україна. МПК F25B 9/00F25B 29/00, F24D11/00 № 200610685. Заявл. 10.10.2006. опубл. 10.07.2008. Бюл. № 2. 5 с.
15. Автономная система горячего водоснабжения и отопления. Патент № WO2014014432A1, UA201208960. Заявл. 20.07.2012. опубл. 10.07.2013.
16. Степанов Д.В. Математичні методи і моделі теплоенергетичного обладнання : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2017. 81 с.
17. Попырин Л.С. Математическое моделирование и оптимизация теплоэнергетических установок. Москва : Энергия, 1978. 416 с.
18. Радченко С.Г. Математичне моделювання і оптимізація технологічних систем. Київ : Вища шк., 2001. 315 с.
19. Белова Е. М. Системы кондиционирования воздуха с чиллерами и фэн-койлами. Москва : Евроклимат, 2003. 400 с.
20. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. [Електронний ресурс]: – URL : <http://dwg.ru/dnl/10758>. (дата звернення 17.12.2021).
21. ДСТУ Б.А. 2.2–12:2015 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні. [Електронний ресурс]: – URL : https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_a_2_2_12/5-1-0-1781. (дата звернення 17.12.2021).
22. ДСТУ Б В.2.6-189:2013. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. Київ : Мінрегіон України, 2014.
23. Серія побутових інверторних кондиціонерів ТМ NEOCLIMA U-MATE -23С. URL: <https://neoclima.ua/ua/bytovye-kondicionery/invertor/u-mate/>. (дата звернення: 11.12.2022 р.) .

24. Теплоізоляція для труб зі спіненого каучуку. URL: <https://alltrade.com.ua/ua/teploizolyatsiya-dlya-trub-zi-spinenoho-kauchuku>. (дата звернення: 11.12.2022 р.).
25. Електроконвектори. URL: <https://termia-shop.com.ua/c524247-elektrokonvektory.html> (дата звернення: 11.12.2022 р.).
26. Решетки однорядные регулируемые серии ВЕНТС ОРГ, ОРВ. URL: <https://vents.ua/series/org-orv-series-single-row-grilles-with-adjustable-louvers> (дата звернення: 11.12.2022 р.).
27. ДСТУ ГОСТ 617:2007. Труби мідні та латунні круглого перерізу загальної призначеності. Технічні умови (ГОСТ 617-2006, IDT) URL: http://docs.dbn.co.ua/7514_1583178495478.html (дата звернення: 11.12.2022 р.).
28. Комбинированные трубы PN 16 Stabi Al. URL: http://ua.kantherm.com/about/rury_PP_PN16_stabi.html (дата звернення 11.12.2022 р.)
29. ДСТУ Б Д.2.4-15:2012. Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно-будівельні роботи. Внутрішні сантехнічні роботи (Збірник 15). – К.: Держстандарт України, 2012. – 106 с.
30. ДСТУ Б Д.2.2-20:2012. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Вентиляція та кондиціонування повітря (Збірник 20). – [Чинний від 2014-01-01]. – Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2012. – 70 с.
31. ДСТУ Б Д.2.2-26:2016. Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно-будівельні роботи. Теплоізоляційні роботи (Збірник 26). - [Чинний від 2016-08-01]. – Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016. – 83 с.
32. ДСТУ Б Д.2.3-12:2012. Ресурсні елементні кошторисні норми на монтаж технологічних трубопроводів (Збірник 12). – [Чинний від 2014-01-01]. – Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2012. – 70 с.
33. Neoclima. Кондиціонер повітря. Інструкція з експлуатації та встановлення. URL: https://neoclima.ua/system/download/90d8c9b7c83da25b18aaea07e820b35aManual_AHDI.pdf (дата звернення: 11.12.2022 р.).
34. Ford Transit 100 MT L3H3. URL: https://ford-transit.infocar.ua/mod_100-mt-l3h3_transit_id3491.html (дата звернення 11.12.2022 р.)
35. Інструменти Wezer. URL: <https://www.wezer.ua/ua/instrumenti/> (дата звернення 11.12.2022 р.)
36. Powermat PM-IMG-220KL 220. URL: https://baushop.com.ua/p1500245838-svarochnyj-poluavtomat-powermat.html?source=merchant_center&gclid=Cj0KCQiA5aWOBhDMARIsAIXLkdjAiBT3WKKNTt6-

- x8TmWeYdaeit0sMcGOfUrvCz0ktyyVYxzgnLK4aArEiEALw_wcB. (дата звернення: 11.12.2022 р.).
37. Перфоратор WRH13-26DFR. URL: <https://worcraft.com.ua/products/perforator-wrh13-26dfr>. (дата звернення: 11.12.2022 р.).
 38. Прес гідравлічний REMS Push. URL: <http://imestplus.com.ua/Press-instrument/Elektricheskiie-gidravlicheskiie-instrument-dlya-montaja-press-fiting.html>. (дата звернення: 11.12.2022 р.).
 39. Каталог будівельних машин і інструментів [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <http://powertools.co.nz>. (дата звернення: 11.12.2022 р.).
 40. Ручная гидравлическая тележка Skiper DB2000P. URL: https://santel.kiev.ua/ruchnaya_gidravlicheskaya_telezhka_skiper_db2000p_980186_.html. (дата звернення: 11.12.2022 р.).
 41. ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014. [Чинний від 2014-05-30]. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=58073.
 42. ДСТУ-Н Б А 3.2-1: 2007. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використання в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. [Чинний від 2007-12-01]. URL: <https://profidom.com.ua/a-3/a-3-2/824-dstu-n-b-a-3-2-12007-nastanova-shhodo-viznachenna-nebezpechnih-i-shkidlivih-faktoriv->.
 43. ДБН А.3.2-2-2009. ССБП. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний від 2009-01-27]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2009. 116 с.
 44. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. [Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.
 45. НПАОП 40.1-1.32-01. (ДНАОП 0.00-1.32-01). Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. [Чинний від 2002-01-01]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>.
 46. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Постанова МОЗ № 42 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>.
 47. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.

48. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019-03-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2018. 133 с.
49. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Постанова МОЗ № 37 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>.
50. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. Постанова МОЗ № 39 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>.
51. Сакевич В. Ф. Основи розробки питань цивільної оборони в дипломних проектах: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ. 2006. 109 с. Козловський В. О. Техніко – економічні обґрунтування та економічні розрахунки в дипломних проектах та роботах : навчальний посібник. Вінниця: ВДТУ, 2003. 75с
52. Михайлив Н. И. Основные принципы технико-экономической и экологической оценки нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Нові технології та інвестиції США в енергетичний сектор України: III міжнародна конференція «EnerCon - 97» 1997 р. : тези доповідей. Київ, 1997. С. 78.

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Назва роботи: Ефективність теплохолодопостачання громадської будівлі в місті Вінниця

Тип роботи: магістерська кваліфікаційна робота
(кваліфікаційна робота, курсовий проект (робота), реферат, аналітичний огляд, інше (вказати))

Підрозділ ФБЦЕІ, кафедра теплоенергетики
(кафедра, факультет (інститут), навчальна група)

Науковий керівник завідувач кафедри ТЕ, к.т.н., доц. Степанов Д.В.
(прізвище, ініціали, посада)

Показники звіту подібності

Plagiat.pl (StrikePlagiarism)		Unicheck	
КП1		Оригінальність	80,3%
КП2			
Тривога/Білі знаки	/	Схожість	19,7%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне)

- Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її автора. Роботу направити на доопрацювання.
- Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Заявляю, що ознайомлений (-на) з повним звітом подібності, який був згенерований Системою щодо роботи (додається)

Автор

(підпис)

Ящук Р.В.

(прізвище, ініціали)

Опис прийнятого рішення

Особа, відповідальна за перевірку

(підпис)

Співак О.Ю.

(прізвище, ініціали)

Експерт

(за потреби)

(підпис)

(прізвище, ініціали, посада)

ДОДАТОК Б

ПОГОДЖЕНО

« _____ » _____ 2022 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. зав. кафедри теплоенергетики
 будівництва,
 доц., к.т.н. Д.В. Степанов

« 17 » _____ 2022 р.



ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на магістерську кваліфікаційну роботу

тема:

«Енергоефективність теплохолодопостачання
 громадської будівлі в місті Вінниця»

Керівник к.т.н., доц.

Д.В. Степанов

(підпис)

Розробив студент гр. ТЕ-21м

Ф.В. Ящук

(підпис)

Вінниця 2022

1 Тематика розробки та галузі застосування

Розробка стосується комунальної теплоенергетики і призначена вирішенню проблеми підвищення енергоефективності системи теплохолодопостачання і будівлі в цілому та зменшенню споживання викопних непоновлюваних енергоресурсів. Підставою для виконання роботи є наказ ректора та виконаний аналіз показників роботи тепlopункту адміністративної будівлі.

2 Мета та призначення розробки

Метою є зменшення споживання викопних палив та техногенного навантаження на навколишнє середовище шляхом розробки енергоефективної системи теплохолодопостачання громадської будівлі у м. Вінниці.

3 Джерела розробки

Первинним джерелом для розробки є геометричні характеристики будівлі, режимні параметри роботи системи опалення, охолодження, вентиляції та гарячого водопостачання, а також нормативні дані по методиках визначення енергоефективності будівель, допустимих термічних опорах зовнішніх огорожень, наведених в теплоенергетичних літературних джерелах:

1. Білоус І.Ю. Оцінювання енергоефективності будівлі в умовах динамічної зміни характеристик середовища. дис. канд. техн. наук 05.14.01 / НТУУ КПІ. Київ, 2019. 236 с.
2. Степанов Д. В., Степанова Н.Д. Оцінка ефективності джерел енергії для системи теплохолодопостачання. *Сучасні технології матеріали і конструкції в будівництві*. 2017. №1. С.118-122.
3. Про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівель: Наказ №169 від 11.07.2018. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/ru/z0822-18#Text>. (дата звернення: 11.12.2022)

4. ДСТУ Б В.2.6-189:2013. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. Київ : Мінрегіон України, 2014.
5. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція будівель. К.: Мінрегіонбуд України, 2022 р.

4 Основа для виконання

Робота виконується на основі наказу ректора ВНТУ № 203 від 14.09.2022 р. Основою для розробки є детальний аналіз конструктивних та технологічних особливостей даної громадської будівлі, температурних режимів її роботи та можливостей впровадження реверсивних теплонасосних установок для опалення, охолодження, вентиляції та гарячого водопостачання. Це дозволить зменшити споживання викопних непоновлюваних енергоресурсів та техногенного навантаження на навколишнє середовище.

5 Технічні вимоги

Запроектована система повинна виконувати такі функції:

- забезпечення мінімальної енергопотреби, енергоспоживання будівлі та високого рівня її енергоефективності;
- забезпечення громадської будівлі теплотою та холодом з відповідними параметрами (витрата та температура енергоносія);
- розробка заходів для підвищення ефективності та екологічної чистоти енергопостачання громадської будівлі;

Проектні роботи включають розробку технології монтажу обладнання системи теплохолодопостачання, але не обмежуються даними видами робіт.

Необхідно зменшити споживання викопних непоновлюваних енергоресурсів для забезпечення теплохолодопостачання громадської будівлі шляхом використання реверсивних теплових насосів типу «повітря - повітря».

Технічні вимоги до виконання розрахунків енергоспоживання будівлі приймаються згідно ДСТУ Б А.2.2-12:2015 – Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні.

6 Економічні показники

На підставі техніко-економічних розрахунків, проаналізувавши набір обладнання тепlopункту, витрати матеріалів та енергоресурсів для виконання монтажних робіт, затрати на обґрунтування, експертизу, пусконаладжувальні роботи та підготовку кадрів декілька варіантів твердих палив, обрати найбільш раціональний варіант.

Необхідно оцінити доцільність впровадження теплонасосного обладнання типу «повітря - повітря» для теплохолодопостачання громадської будівлі.

7 Заходи з енергозбереження

При розробці проектних рішень в магістерській роботі розглянуто такі заходи з енергозбереження:

- виконано оцінку впливу заходів з підвищення термічного опору зовнішніх огорожень будівлі на її енергоспоживання;
- виконано оцінку впливу норми витрати теплоти на гаряче водопостачання будівлі на її енергопотребу;
- виконано розробку технології монтажу обладнання системи теплохолодопостачання та вентиляції, що супроводжується мінімальними витратами механізмів, матеріалів та енергоресурсів;
- на всіх трубопроводах подавання теплоти та холоду передбачено теплову ізоляцію із забезпеченням вимог ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря.

8 Вимоги до стандартизації та уніфікації

Щоб забезпечити можливість швидкого монтажу та можливість ремонту чи заміни деталей та вузлів обладнання системи, вони повинні бути по можливості стандартними та уніфікованими.

Вимоги з надійності

На надійність та довговічність обладнання теплохолодопостачання громадської будівлі впливають якість проекту, якість монтажу та якість обслуговування. Параметри показників надійності та безпечності встановлюють у відповідних державних стандартах, нормативах, Правилах.

9 Стадії і етапи розробки

- характеристика об'єкту проектування;
- аналітичний огляд літературної та патентної інформації;
- розробка математичної моделі для дослідження показників енергопотреби та енергоспоживання будівлі;
- результати моделювання та дослідження енергозберіжних заходів для забезпечення нормованої енергопотреби;
- розробка технології монтажу обладнання системи опалення та вентиляції громадської будівлі;
- розробка економічних показників системи теплохолодопостачання;
- розробка заходів з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

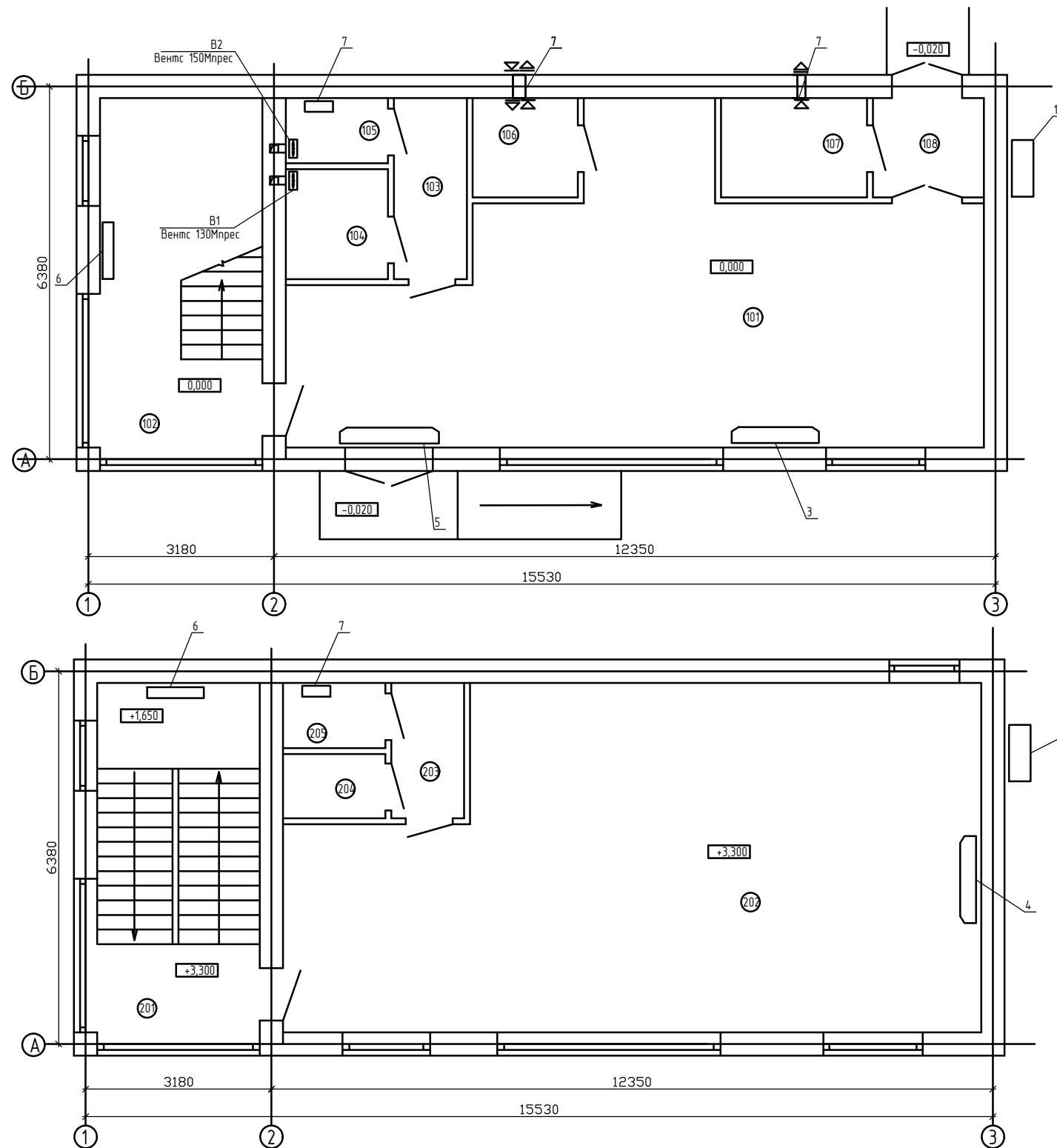
Розробив студент групи ТЕ-21м

Ящук Р.В.

ДОДАТОК В

ГРАФІЧНА ЧАСТИНА

**ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕПЛОХОЛОДОПОСТАЧАННЯ
ГРОМАДСЬКОЇ БУДІВЛІ В МІСТІ ВІННИЦЯ**



Експлікація приміщень на відм. 0.000

№ п/п	Найменування	Площа, м2	Кат. при м.
101	Торгівельна зала	46,68	
102	Сходова клітина	16,80	
103	Туалетна кімната при санвузлі	3,66	
104	Санвузол для МГН	2,97	
105	Санвузол	1,82	
106	Приміщення персоналу	3,36	
107	Електрощитова	5,22	
108	Тамбур	4,32	
		85,03 м ²	

Експлікація приміщень на відм. +3.300

№ п/п	Найменування	Площа, м2	Кат. при м.
201	Сходова клітина	4,60	
202	Торгівельна зала	64,70	
203	Туалетна кімната при санвузлі	2,82	
204	Санвузол	1,76	
205	Санвузол	1,76	
		75,64 м ²	

Погоджено:

Замість Інв. Н

Підпис і дата

Інв. Н ориг.

						<i>08-11.МКР.007.01.00.000 AP</i>			
						м. Вінниця			
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Енергоефективність теплохолодопостачання громадської будівлі у місті Вінниця	Стадія	Аркуш	Аркушів
Виконав		Ящук Р.В.							
Перевірив		Степанов Д.В.							
Т.контроль		Степанов Д.В.							
Опонент		Бондар А.В.							
Н.контроль		Степанов Д.В.				Плани на відмітках 0.000 та 3.300	ТЕ-21м, ВНТУ		
Затвердив		Степанов Д.В.							

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СЕРТИФІКАТ БУДІВЛІ

Адреса (місцезнаходження) будівлі:

Вінницька область, м. Вінниця, просп. Коцюбинського, 56

Функціональне призначення та назва: Торговельний комплекс

Відомості про конструкцію будівлі:

Фото

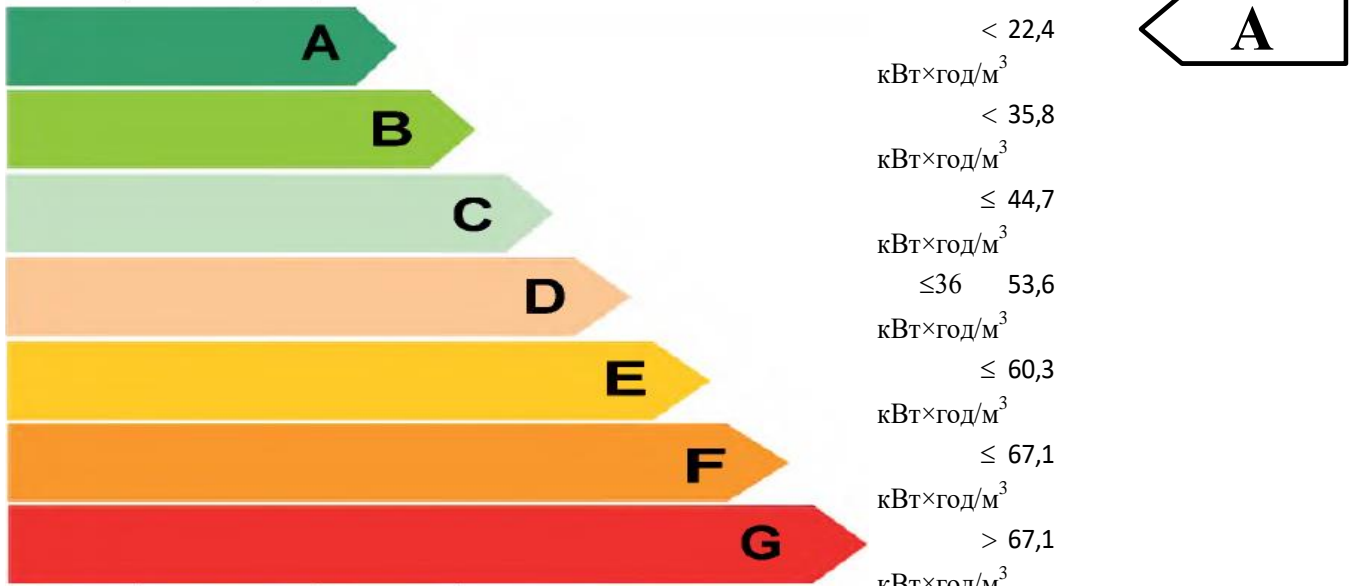
загальна площа, м ² :	181,8
загальний об'єм, м ³ :	545,4
опалювана площа, м ² :	181,8
опалюваний об'єм, м ³ :	545,4
кількість поверхів:	2
рік прийняття в експлуатацію:	Нове будівництво
кількість під'їздів або входів:	1



Шкала класів енергетичної ефективності

Клас енергетичної ефективності

Високий рівень енергоефективності



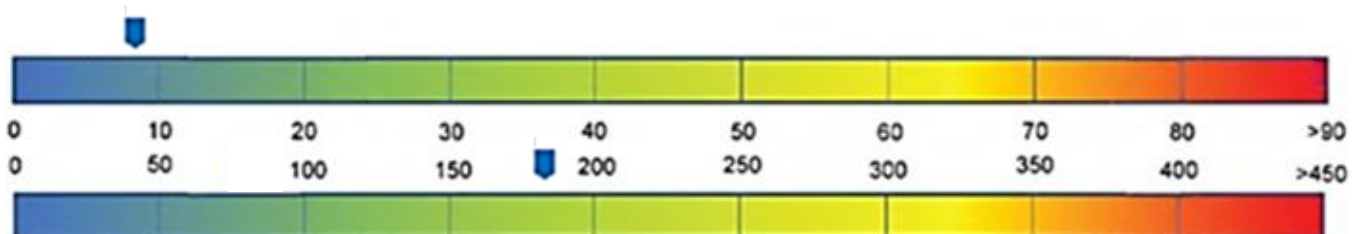
Низький рівень енергоефективності

Питоме споживання енергії на опалення, гаряче водопостачання, охолодження будівлі, кВт×год/м³

16,2

Питомі викиди парникових газів кг/м³ за рік:

9,9



Питоме споживання первинної енергії, кВт×год/м³ за рік:

177,6

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГОПОТРЕБИ ТА ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ БУДІВЛІ

$$Q_{C, \text{gen ls}} = Q_{C, \text{gen out}} \cdot (1 - \eta_{C, \text{gen}}) / \eta_{C, \text{gen}}, \quad a_c = a_{c,0} + \frac{\tau}{\tau_{c,0}}, \quad \gamma_c = \frac{Q_{C, \text{gen}}}{Q_{C, \text{ht}}},$$

$$Q_{C, \text{gen out}} = Q_{C, \text{dis in}} / \eta_{C, \text{ac}},$$

$$Q_{C, \text{dis ls}} = Q_{C, \text{nd}} \cdot \left((1 - \eta_{C, \text{ce}}) + (1 - \eta_{C, \text{ce sens}}) + (1 - \eta_{C, \text{d}}) \right), \quad \eta_{C, \text{ls}} = \frac{1 - \gamma_c^{-a_c}}{1 - \gamma_c^{-(a_c + 1)}},$$

$$Q_{C, \text{nd}} = Q_{c, \text{nd, cont}} = Q_{C, \text{gn}} - \eta_{C, \text{ls}} \cdot Q_{C, \text{ht}}, \quad \tau = \frac{C_m}{H_{\text{tr, adj}} + H_{\text{ve, adj}} + H_{\text{ve, extra, adj}}},$$

$$W_{C, \text{em aux}} = f_{C, \text{em aux}} \cdot Q_{C, \text{nd}} \cdot t_{C, \text{op}} / 1000$$

$$\sum \Phi_{\text{int, mn, k}} = \Phi_{\text{int, Oc}} + \Phi_{\text{int, L}} + \Phi_{\text{int, A}},$$

$$Q_{\text{int}} = \left(\sum_k \Phi_{\text{int, mn, k}} \cdot A_f \right) \cdot t,$$

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

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

$$U = \frac{2\lambda}{\pi \cdot B' + d_t} \ln \left(\frac{\pi \cdot B'}{d_t} + 1 \right),$$

$$A_{\text{sol}} = \alpha_{s, c} \cdot R_{se} \cdot U_c \cdot A_c,$$

$$H_{\text{tr, adj}} = H_D + H_g + H_U + H_A,$$

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

$$d_t = w + \lambda \cdot (R_{si} + R_f + R_{se}),$$

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

$$Q_{C, \text{ht}} = Q_{\text{tr}} + Q_{\text{ve}},$$

$$g_{\text{gl}} = F_w \cdot g_n, \quad H_{\text{ve, adj}} = \rho_a \cdot c_a \cdot \left(\sum b_{\text{ve, k}} \cdot Q_{\text{ve, k, mn}} \right), \quad Q_{\text{tr}} = H_{\text{tr, adj}} \cdot (\theta_{\text{int, set, C}} - \theta_c) \cdot t,$$

$$Q_{\text{ve}} = H_{\text{ve, adj}} \cdot (\theta_{\text{int, set, H, z}} - \theta_\varepsilon) \cdot t + \sum_{i=1}^N \left(\sum_{j=1}^{24} f_{\text{ve, extra, j, k}} \cdot H_{\text{ve, extra, j, k}} \cdot (\theta_{\text{int, set, C, z}} - \theta_{e, j}) \right),$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{ex}}} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{\text{int}}}} + \Delta U_{\text{tb}}$$

$$B' = \frac{A}{0,5 \cdot P},$$

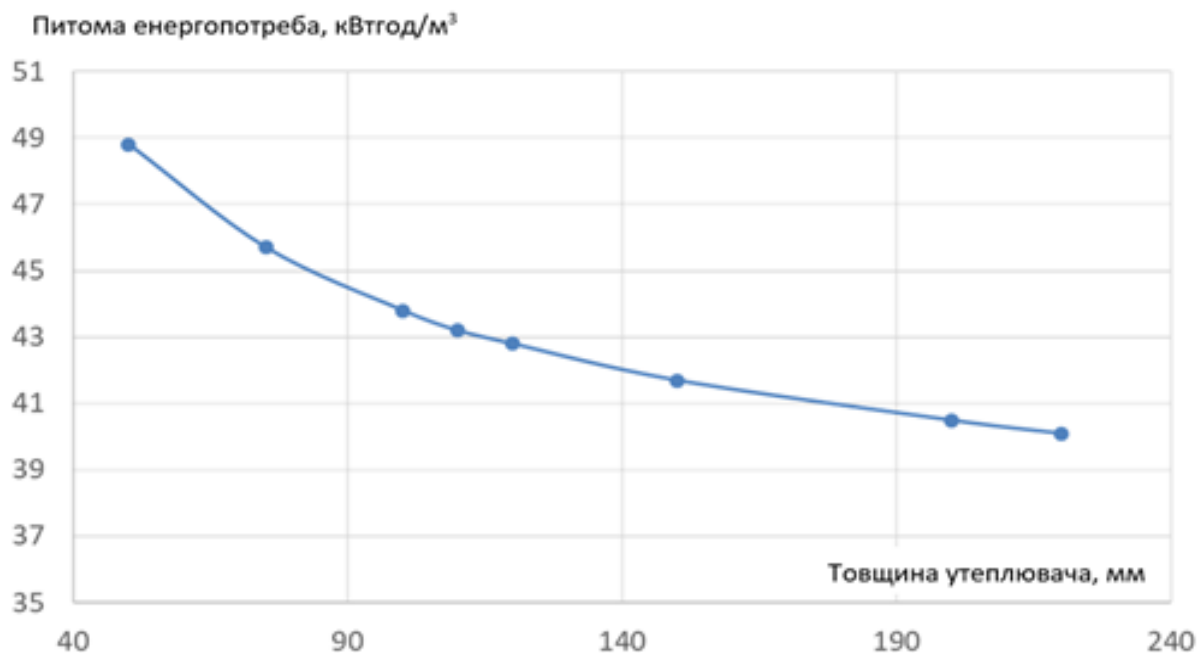
$$H_x = b_{\text{tr, x}} \sum A_i \cdot U_i,$$

$$H_g = A \cdot U + P \cdot \psi_g,$$

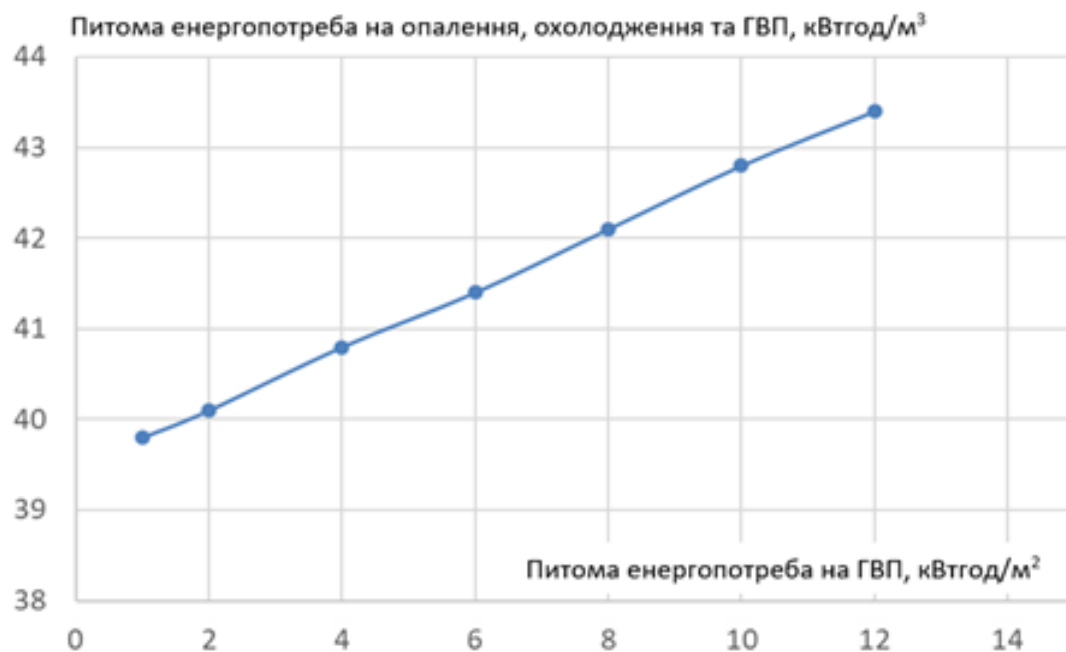
$$E_p = E_{\text{del}} \cdot f_{p, \text{del}},$$

$$m_{\text{co}_2} = E_{\text{del}} \cdot K_{\text{del}},$$

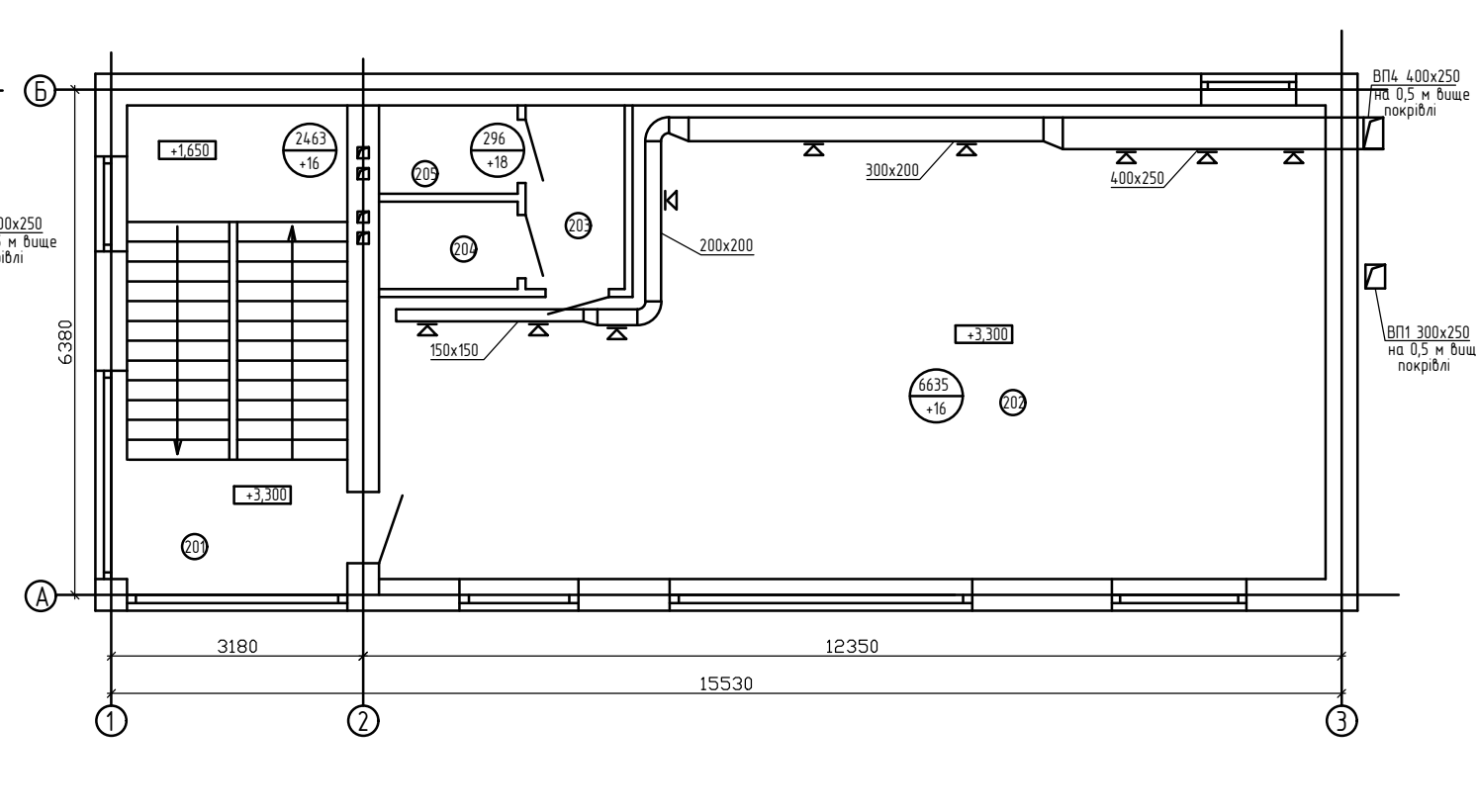
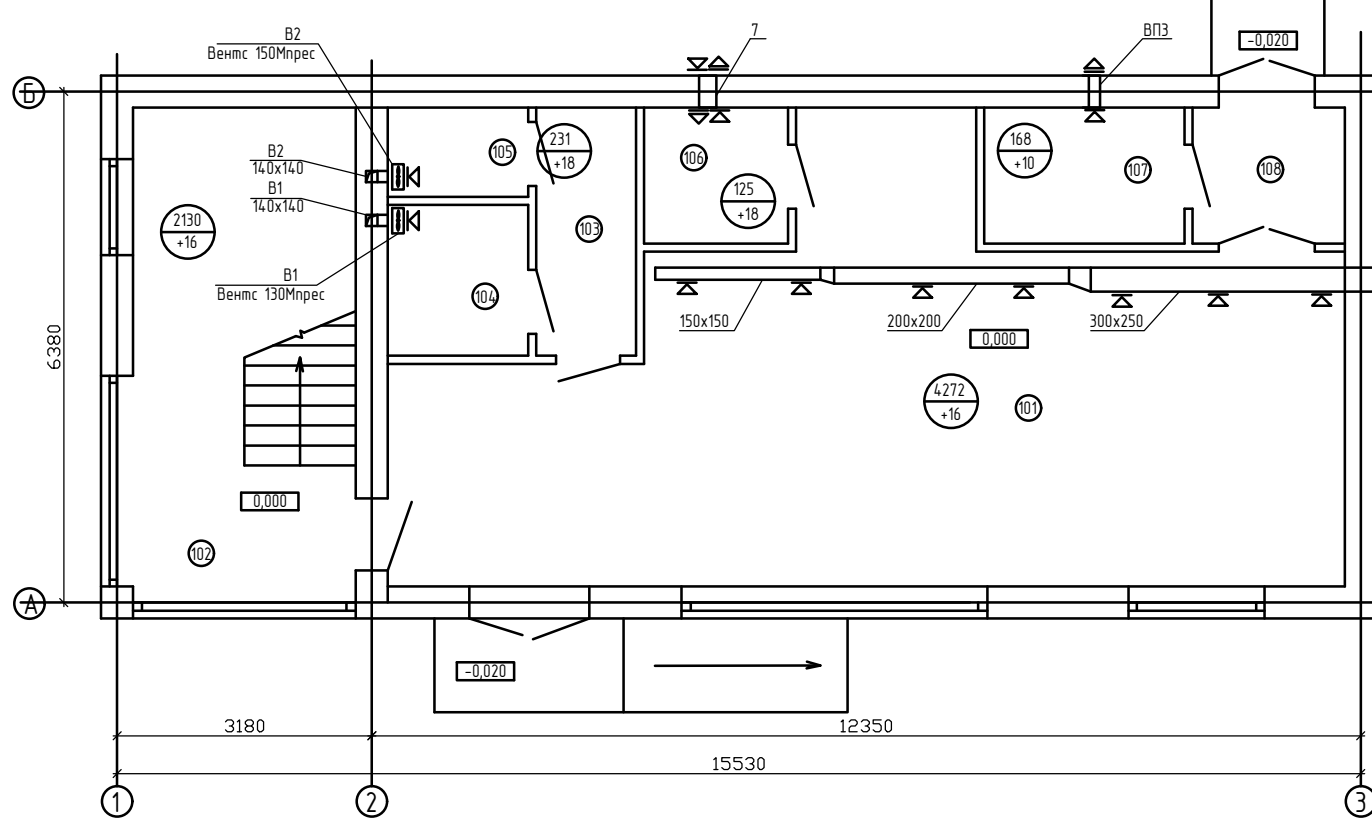
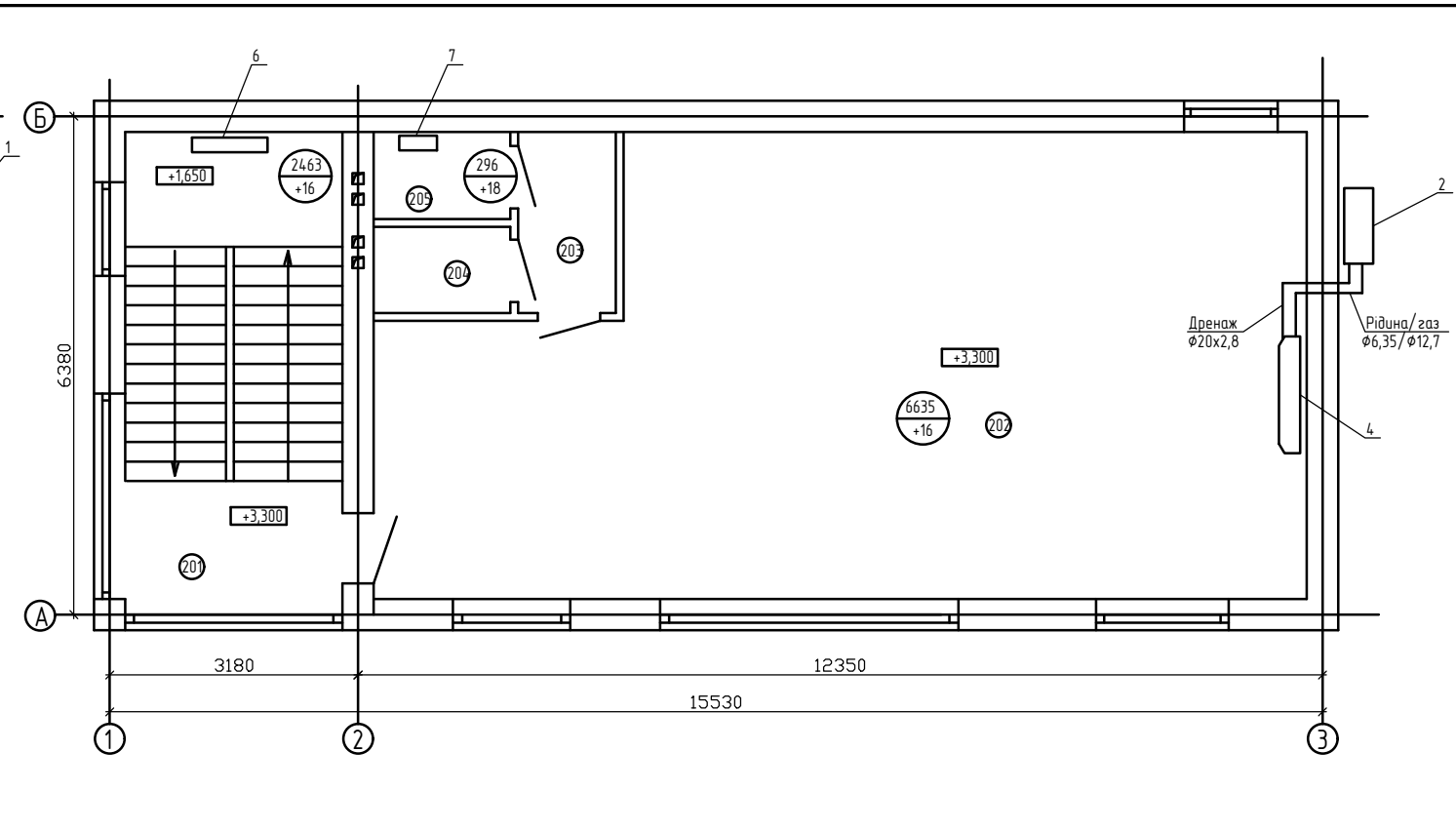
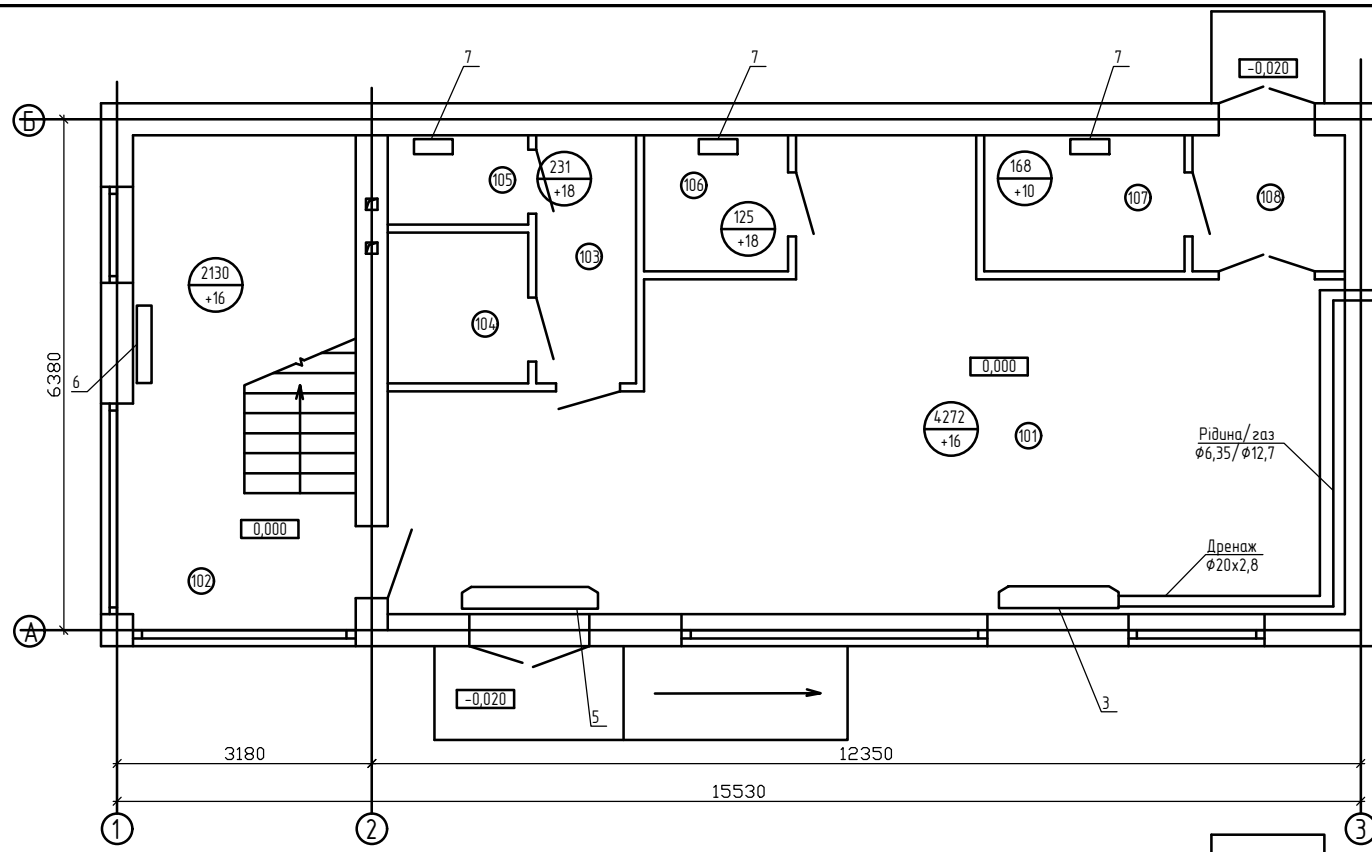
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ НА ЕНЕРГОПОТРЕБУ БУДІВЛІ



Результати дослідження впливу товщини теплоізоляції зовнішніх стін на питому енергопотребу на опалення, охолодження та гаряче водопостачання



Результати дослідження впливу питомої енергопотребі на потреби ГВП на питому енергопотребу на опалення, охолодження та гаряче водопостачання



Експлікація приміщень на відм. 0.000

Експлікація приміщень на відм. +3.300

№ п/п	Найменування	Площа, м ²	Кат. при м.
101	Торгівельна зала	46,68	
102	Сходова клітина	16,80	
103	Туалетна кімната при санвузлі	3,66	
104	Санвузол для МГН	2,97	
105	Санвузол	1,82	
106	Приміщення персоналу	3,36	
107	Електрощитова	5,22	
108	Тамбур	4,32	
		85,03 м ²	

№ п/п	Найменування	Площа, м ²	Кат. при м.
201	Сходова клітина	4,60	
202	Торгівельна зала	64,70	
203	Туалетна кімната при санвузлі	2,82	
204	Санвузол	1,76	
205	Санвузол	1,76	
		75,64 м ²	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
Виконав				Ящук Р.В.	
Перевірив				Степанов Д.В.	
Т.контроль				Степанов Д.В.	
Опонент				Бондар А.В.	
Н.контроль				Степанов Д.В.	
Затвердив				Степанов Д.В.	

08-11.МКР.007.05.00.000 АР

м. Вінниця

Енергоефективність
теплохолодопостачання громадської
будівлі у місті Вінниця

План будівлі з системами опалення,
кондиціонування та вентиляції

Стадія Аркуш Аркушів

ТЕ-21м, ВНТУ

Погоджено:

Замість Інв. Н

Підпис і дата

Інв. Н ориг.

Позначення	Найменування	Кіль.	ПРИМ.
	Обладнання		
1	Зовнішній блок кондиціонера Neoclima NS/NU-18EUM1w3	1	
2	Зовнішній блок кондиціонера Neoclima NS/NU-24EUM1w3	1	
3	Внутрішній блок кондиціонера Neoclima NS/NU-18EUM1w3	1	
4	Внутрішній блок кондиціонера Neoclima NS/NU-24EUM1w3	1	
5	Повітряна завіса Neoclima Standart C46	1	
6	Електроконвектор Термія Євро Класік EBHA-2,5/230C2	2	
7	Електроконвектор Термія Євро Класік EBHA-0,5/230C2	4	
8	Решітка вентиляційна ВЕНТС ОРГ 150x150	16	
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			

Погоджено:

Замість №в. N

Підпис і дата

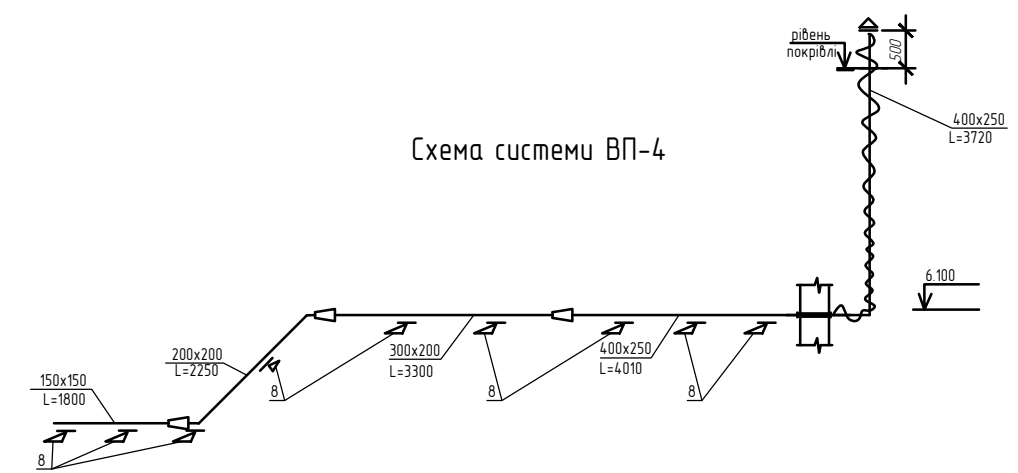
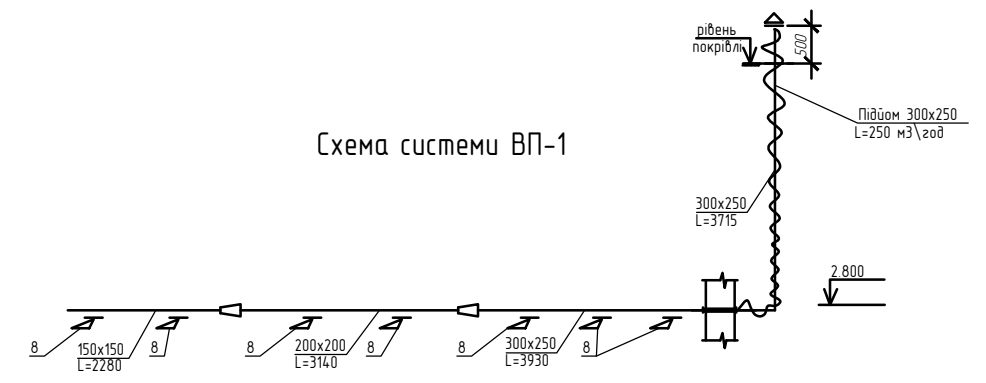
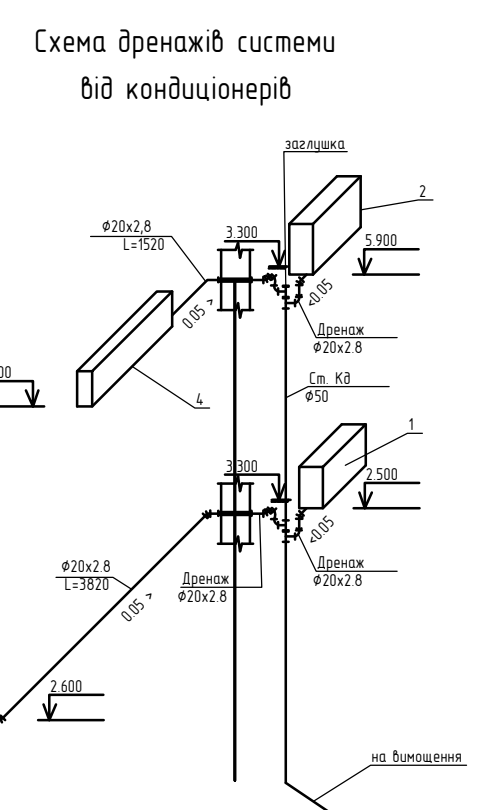
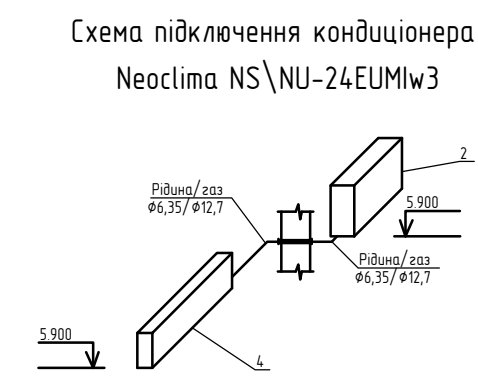
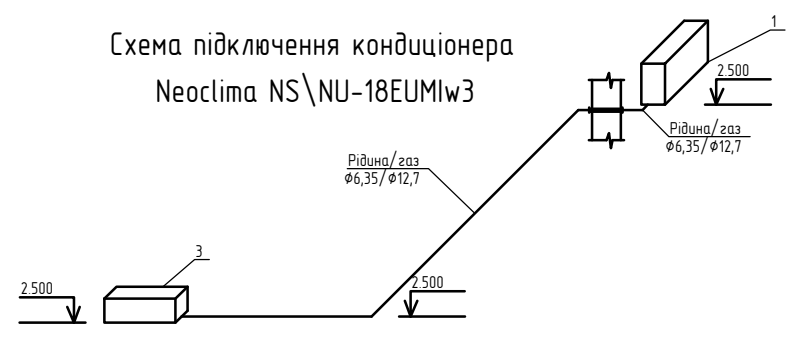
№в. N ориг.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
Виконав		Ящук Р.В.			
Перевірів		Степанов Д.В.			
Опонент		Бондар А.В.			
Н.контроль		Степанов Д.В.			
Затвердив		Степанов Д.В.			

08-11.МКР.007.05.00.000

План будівлі з системами опалення,
кондиціонування та вентиляції

Лист	Лист	Листів
	1	1
ТЕ-21 м, ВНТУ		



Погоджено:

Замість Інв. N

Підпис і дата

Інв. N ориг.

						<i>08-11.MKP.007.06.00.000 Г5</i>			
						м. Вінниця			
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Енергоефективність теплохолодопостачання громадської будівлі у місті Вінниця	Стадія	Аркуш	Аркушів
Виконав	Ящук Р.В.								
Перевірив	Степанов Д.В.								
Т.контроль	Степанов Д.В.								
Опонент	Бондар А.В.								
Н.контроль	Степанов Д.В.					Схеми систем опалення, кондиціонування та вентиляції монтажні аксонометричні	ТЕ-21м, ВНТУ		
Затвердив	Степанов Д.В.								

Перелік інноваційних витрат

Орієнтовний вид робіт	Питома вага вартості роботи, %	Термін виконання роботи, міс.	Загальна вартість виконання роботи, тис. грн.
Формування інноваційної ідеї проекту	1	1	14,92
Вивчення інформаційних джерел, патентний пошук	0,2	1	2,98
Техніко-економічне обґрунтування	1,5	3	22,38
Проектування	2,5	4	37,30
Експертиза інноваційного рішення	1	1	14,92
Витрати на придбання патентів, ліцензій, ноу-хау, технологій	2	2	29,84
Виготовлення нового виробу	100	6	1491,88
Витрати на пусконаладжувальні роботи, комплексне освоєння проектних потужностей і досягнення техніко-економічних показників	3	1	44,76
Витрати на підготовку кадрів	5	2	74,59
Всього		21	1733,56

Показники комерційної ефективності проекту, тис. грн.

№	Показники	Рік						
		-1	0	1	2	3	4	5
1	Потік реальних грошей	-122,33	-1742,23	1316,68	1310,61	1354,37	1357,64	1597,76
2	Сальдо реальних грошей	-122,33	-1273,21	1316,68	1268,38	1312,14	1319,53	1563,77
3	Сальдо накопичених реальних грошей за п.2	-122,33	-1395,54	-78,86	1189,51	2501,65	3821,19	5384,96
4	Коефіцієнт дисконтування при нормі дисконту 16%	1,16	1,00	0,86	0,74	0,64	0,55	0,48
5	Чиста поточна вартість	-141,91	-1742,23	1135,07	973,99	867,69	749,81	760,72
6	Інтегральний економічний ефект (накопичена чиста вартість)	-141,91	-1884,14	-749,07	224,93	1092,61	1842,43	2603,14