

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра будівництва, міського господарства та архітектури
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

Рациональні інженерно-технічні рішення з улаштування огорожувальних
конструкцій житлової будівлі

Виконав: здобувач 2-го курсу, групи 1БМ-23м
спеціальності

192 -Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Гижка А.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., доцент

Христич О.В.

(прізвище та ініціали)

« 14 » 12 2024р.

Опонент к.т.н., доцент

Співак О. Ю.

(прізвище та ініціали)

« 12 » 12 2024р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри БМГА

В. В. Швець

(підпис) ІНЖ (прізвище та ініціали)

« 12 » 12 2024 року

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет: будівництва, цивільної та екологічної інженерії
Кафедра: будівництва, міського господарства та архітектури
Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр
Галузь знань 19 – Архітектура та будівництво
(шифр і назва)

Спеціальність 192 – Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма Міське будівництво та господарство

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри БМГА
Швеш В.В.
"17" Вересня 2024 року

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТА

Гижі Андрія Володимировича
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Раціональні інженерно-технічні рішення з
улаштування огорожувальних конструкцій житлової будівлі
керівник роботи Христич О. В., к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від "17" Вересня 2024 року №310.

2. Строк подання здобувачем роботи 01.12.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи Фрагмент ситуаційного плану, карта місцевості, нормативна література

4. Зміст текстової частини: Вступ (актуальність та новизна наукових досліджень, об'єкт, предмет, мета і задачі, практична значимість, методи досліджень, апробація)

1 Аналітичний огляд стану теорії та практики за темою магістерської кваліфікаційної роботи. Вплив умов експлуатації будівель на енергоефективність зовнішніх огорожень. Оцінка теплоакумуючих властивостей будівельних матеріалів огорожувальних конструкцій. Висновки за розділом 1

2 Експериментальне дослідження стінової сонячної панелі. Влаштування експериментальної моделі будівлі в EOM Archicad. Висновки за розділом 2

3 Оцінка економічної ефективності впровадження технології утилізації сонячного випромінювання енергоактивними зовнішніми огорожами. Висновки за розділом 3

4 Технічна частина. Містобудівні та архітектурно-будівельні рішення. Генеральний план. Об'ємно-планувальне рішення та конструктивна схема будівлі. Прийняті конструктивні рішення розпланувальних елементів будівлі. Теплотехнічний розрахунок. Санітарно – технічне та інженерне обладнання будівлі. Організаційно-технологічні рішення. Розрахунок параметрів календарного графіка. Проектування будівельного генерального плану. Проектування та розрахунок адміністративно-побутових приміщень. Розрахунок площі відкритого і закритого складів для будівельних конструкцій, матеріалів та виробів. Проектування і розрахунок мереж тимчасового електропостачання будівельного майданчика. Техніко-економічні показники проекту будівництва будівельного майданчика. Висновки

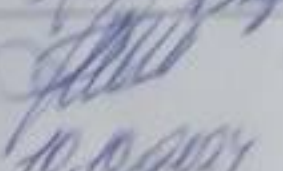
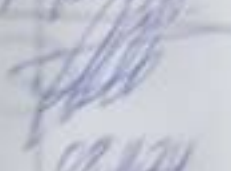
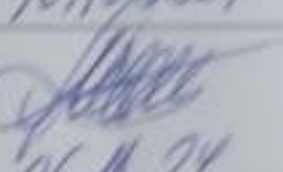
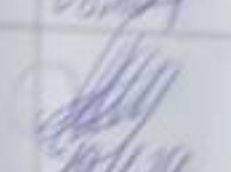
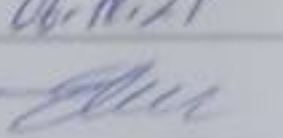
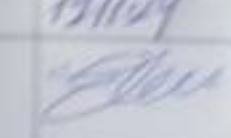
Висновки за розділом 4, 5. Економічна частина. Висновки

5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
1. Науково-дослідний розділ – 5 арк. (плакати, що ілюструють результати науково-дослідної роботи)

2. Містобудівні та архітектурно-будівельні рішення – 3 арк. (Фасад 1-11, генплан, експлікація генплану, тип I, тип II, тип III, тип IV, Фасад 11-1, фасад в осях А-Д, план першого поверху, паркінгу, план технічного поверху, План четвертого поверху, розріз 1-1, план покрівлі)

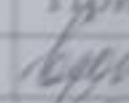
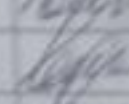
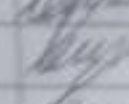
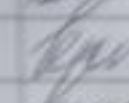
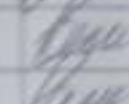
3. Розділ Організаційно-технологічні рішення – 2 арк. (Календарний графік виконання робіт на об'єкті на 2024 р.; графік руху робочих кадрів по об'єкту; графік поставки на об'єкт основних будівельних матеріалів; графік руху основних будівельних машин; ТЕП, Будівельний генеральний план, умовні позначення, експлікація тимчасових будівель та споруд, ТЕП)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Вступ, науковий розділ 1-3	Христич О. В. к.т.н., доцент кафедри БМГА		
Розділ 4. Технічна частина. Містобудівні та архітектурно-будівельні рішення	Христич О. В. к.т.н., доцент кафедри БМГА	 10.10.2024	 08.11.24
Розділ 4. Технічна частина. Організаційно-технологічні рішення	Христич О. В. к.т.н., доцент кафедри БМГА	 06.11.24	 19.11.24
Розділ 5. Економічна частина	Лялюк О. Г. к.т.н., доцент кафедри БМГА		

7. Дата видачі завдання 12.10.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Призначення
1.	Складання вступу до МКР	14.10.-17.10.24	
2.	Науково-дослідна частина	2.09 – 13.10.24	
3.	Містобудівні рішення та Архітектурно-будівельні рішення	14.10 – 07.11.24	
4.	Організаційно-технологічні рішення	08.11 – 19.11.24	
5.	Економічна частина	20.11 – 26.11.24	
6.	Оформлення МКР	27.11 – 29.11.24	
7.	Подання МКР на кафедру для перевірки	30.11 – 02.12.24	
8.	Попередній захист	03.12 – 05.12.24	
9.	Рецензування	06.12 – 10 – 12.24	

Здобувач

(підпис)

Гужа

(підпис)

Керівник роботи

(підпис)

Христич

(підпис)

АНОТАЦІЯ

УДК 711.4

Гижа А. В., Рационально інженерно-технічні рішення з улаштування огорожувальних конструкцій житлової будівлі. Магістерська кваліфікаційна робота за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія. Вінниця: ВНТУ, 2024. 84 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 26 назв; рис.:14; табл. 20.

У магістерській кваліфікаційній роботі пропонується підвищення енергоефективності огорожувальних конструкцій будівель за рахунок використання сонячної енергії. Проведені дослідження додали переваги інтегрованих у фасади сонячних панелей, які сприяють підвищенню енергоефективності будівель.

Експериментально підтверджено теплозахисні характеристики енергоактивної стінової панелі, а також розроблено прикладну програму для розрахунку теплових потоків у багатошарових конструкціях. Використання енергоефективних огорожень у кліматичних умовах України дозволяє підвищити енергоефективність будівель, а результати моделювання визначити оптимальну товщину поглинаючих шарів (80–130 мм) залежно від кліматичної зони.

У роботі запропоновано архітектурно-планувальні та технологічні рішення для житлової забудови, а також виконано техніко-економічне порівняння двох варіантів огорожувальних конструкцій: цегляної стіни товщиною 0,54 м з утепленням мінеральною ватою та термофасадом та п'ятишаровою конструкцією, що включає подвійний склопакет і рослину. вату.

Робота обґрунтовує доцільність впровадження енергозберігаючих технологій та використання альтернативних джерел енергії.

Ключові слова: енергоефективність, огорожувальні конструкції, використання сонячної енергії, тепла ізоляція, термомодернізація.

ANNOTATION

Gyzha A. V., Rational engineering and technical solutions for the arrangement of enclosing structures of a residential building. Master's qualification work in the specialty 192 - "Construction and civil engineering. Vinnytsia: VNTU, 2024. 84 p.

In Ukrainian. Bibliography: 26 titles; Fig.: 14; Table. 20.

The master's qualification work proposes to increase the energy efficiency of building enclosing structures through the use of solar energy. The conducted studies have added the advantages of solar panels integrated into the facades, which contribute to increasing the energy efficiency of buildings.

The heat-shielding characteristics of an energy-active wall panel have been experimentally confirmed, and an application program has been developed for calculating heat flows in multilayer structures. The use of energy-efficient enclosures in the climatic conditions of Ukraine allows to increase the energy efficiency of buildings, and the modeling results determine the optimal thickness of absorbing layers (80–130 mm) depending on the climatic zone.

The work proposes architectural, planning and technological solutions for residential development, and also performs a technical and economic comparison of two options for enclosure structures: a brick wall 0.54 m thick with mineral wool insulation and a thermal facade and a five-layer structure, including double glazing and plant. cotton.

The work justifies the feasibility of implementing energy-saving technologies and using alternative energy sources.

Keywords: energy efficiency, enclosure structures, use of solar energy, thermal insulation, thermal modernization.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СТАНУ ТЕОРІЇ ТА ПРАКТИКИ ЗА ТЕМОЮ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	6
1.1 Вплив умов експлуатації будівель на енергоефективність зовнішніх огорожень	6
1.2 Оцінка теплоакуюлюючих властивостей будівельних матеріалів огорожувальних конструкцій	18
1.3 Висновки за розділом 1	26
РОЗДІЛ 2 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СТИНОВОЇ СОНЯЧНОЇ ПАНЕЛІ	27
2.1 Влаштування експериментальної моделі будівлі в ЕОМ Archicad	30
2.2 Висновки за розділом 2	37
РОЗДІЛ 3 ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ УТИЛІЗАЦІЇ СОНЯЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ЕНЕРГОАКТИВНИМИ ЗОВНІШНІМИ ОГОРОЖАМИ	38
3.1 Висновки за розділом 3	40
РОЗДІЛ 4 ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	42
4.1 Містобудівні та архітектурно-будівельні рішення	42
4.1.1 Генеральний план	42
4.1.2 Об'ємно-розпланувальне вирішення та конструктивна схема будівлі	44
4.1.3 Прийняті конструктивні вирішення окремих елементів будівлі	45
4.1.4 Теплотехнічний розрахунок	48
4.1.5 Санітарно – технічне та інженерне обладнання будівлі	50
4.2 Організаційно-технологічні рішення	50
4.2.1 Розрахунок параметрів календарного графіка	50
4.2.2 Проектування будівельного генерального плану	51
4.2.3 Проектування та розрахунок адміністративно-побутових приміщень	51

4.2.4 Розрахунок площі відкритого і закритого складів для будівельних конструкцій, матеріалів та виробів	54
4.2.5 Проектування і розрахунок мереж тимчасового електропостачання будівельного майданчика	55
4.2.6 Проектування і розрахунок мереж тимчасового водозабезпечення будівельного майданчика	57
4.2.7 Техніко-економічні показники проекту будівництва	59
4.3 Висновки за розділом 4	60
РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	62
5.1 Кошторисна документація	62
5.2 Техніко-економічні показники проекту	77
5.3 Висновки за розділом 5	78
ВИСНОВКИ	79
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	81
ДОДАТКИ	84
Додаток А – Протокол перевірки магістерської кваліфікаційної роботи	85
Додаток Б – Графік виконання робіт по об'єкту (картка визначник)	86
Додаток В – Відомість графічної частини	92

ВСТУП

Актуальність роботи. У сучасному світі питання економіки паливно-енергетичних ресурсів набуває особливого значення. Впровадження енергозберігаючих технологій дозволяє знизити рівень енергоспоживання, зберегти традиційні види палива та сприяти стійкому розвитку енергетики й будівництва. В Україні галузі енергетики та будівництва займають провідну роль в економіці, а ефективне використання альтернативних джерел енергії є ключовим завданням їхнього розвитку. Особливий акцент робиться на розвиток автономної та відновлюваної енергетики, яка допоможе зменшити витрати енергії на тепло у будівлях різного призначення.

Мета роботи. Метою магістерської роботи є підвищення енергоефективності огорожувальних конструкцій будівель за допомогою використання сонячної енергії.

Для досягнення цієї мети поставлено таке завдання:

- Проаналізувати існуючі способи поглинання сонячної енергії зовнішніми огорожами та методи розрахунку багат шарових панелей при змінних теплових потоках.
- Запропонувати конструктивне рішення огорожувальної конструкції з теплоаккумулятивним шаром, яке забезпечує використання сонячного випромінювання відповідно до вимог теплового захисту для різних кліматичних зон.
- Оцінити економічну доцільність будівництва та експлуатації будівель із застосуванням енергоефективних зовнішніх огорожень.

Об'єктом дослідження є огорожувальні конструкції будівель, включаючи стіни, дахи, вікна та двері, що впливають на енергоефективність споруд.

Предметом дослідження є підвищення енергоефективності цих конструкцій шляхом застосування сонячної енергії. Особливо важливо

використовувати сучасні технології, такі як сонячні панелі, теплові насоси та колектори, для забезпечення енергоефективності огорожувальних конструкцій.

Новзна роботи: Дістало подальший розвиток закономірності впливу сонячного випромінювання на тепловий режим зовнішніх конструкцій.

Особистий внесок магістранта: усі результати, наведені у магістерській дипломній роботі, отримані самостійно. У роботах, опублікованих у співавторстві, автору належать такі: [1] – обробка результатів зібраної інформації та виведення напрямів, які націлені на удосконалення розвитку міст.

Апробація результатів роботи. За результатами магістерської кваліфікаційної роботи опубліковано 1 теза конференції.

Виступ на міжнародній науково-технічній конференції «Інноваційні технології в будівництві» (2024), який відбувся 20-22 листопада 2024 року.

Публікації:

1. Гижа А. В.. Порівняння використання навісних вентильованих фасадів та технології утеплення «мокрый фасад» для огорожувальних конструкцій будівель // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Інноваційні технології в будівництві» (2024), Вінниця, 20–22 листопада 2024 р. Електрон. текст. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2024/paper/view/22630/18670> [Дата звернення: 12 грудня 2024].

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СТАНУ ТЕОРІЇ ТА ПРАКТИКИ ЗА ТЕМОЮ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1.1 Вплив умов експлуатації будівель на енергоефективність зовнішніх огорожень

Протягом останнього десятиліття питання підвищення енергоефективності будівель стало одним із ключових напрямів розвитку економіки України. До 2007 року стимулюючим фактором упровадженні енергоефективних технологій були низькі тарифи на енергоресурси. Проте в останні роки тарифи значно зросли: вартість електроенергії підвищилася на понад 45%, а ціни на природний газ зросли більше ніж на 60%. Це зумовило необхідність активного впровадження енергоефективних рішень, особливо в житлово-комунальному господарстві, де споживається до 20% електроенергії та 45% теплової енергії, що виробляється в Україні [1].

Стрімке зростання споживання енергоресурсів за рахунок значних втрат тепла на різних етапах його використання. Так, до 70% виробленого тепла не доходить до кінцевого споживача, зокрема близько 40% втрачається при передачі теплової енергії, а ще 30% — через недостатню енергоефективність будівель.

Житлово-комунальний сектор є основним споживачем паливно-енергетичних ресурсів: його частка становить близько 40% сумарного енергоспоживання. Промисловість витрат становить 30–35%, тоді як транспорт, адміністративні установи та бюджетні організації споживають менше 10%. Ці дані підкреслюють, що саме житлові, комерційні та громадські приміщення мають найбільший потенціал для скорочення витрат енергії.

У масштабах України на будівництво виділяється понад третина від загального обсягу виробленої енергії. Реалізація комплексних заходів з енергозбереження, спрямованих на оптимізацію теплопостачання та гарячого водопостачання, може забезпечити до 60% економії енергії.

Потенціал енергозбереження житлового фонду

За оцінками Світового банку реконструкції та розвитку потенціал енергозбереження житлового будівництва в Україні становить близько 49%. Найбільший внесок у досягнення цього показника може забезпечити модернізацію систем опалення та гарячого водопостачання, які забезпечують понад 70% можливих заощаджень. Реконструкція існуючого житлового фонду дозволяє знизити енергоємність до 151 кВт·год/м² на рік, а із запровадженням додаткових організаційно-технічних заходів цей показник може бути меншим.

Один із ключових напрямків підвищення енергоефективності – підвищення якості проектних рішень для нових будівель, а також модернізація об'єктів, що підлягають реконструкції чи капітальному ремонту. Важливою складовою є впровадження енергоефективних матеріалів, технологій та інженерних рішень, що знижують витрати енергії та експлуатаційні витрати [1].

За результатами аналізу витрат протягом життєвого циклу будівництва не менше 50% витрат припадає на етап їх експлуатації. Тому впровадження сучасних енергоефективних технологій є економічно виправданим і сприятиме суттєвої економії енергоресурсів довготривалої перспективи.

У підсумку активізація заходів із підвищення енергоефективності будівель є стратегічним завданням для України. Вона дозволить не лише зменшити витрати на енергоресурси, що показано на рисунку 1.1, але й погіршити навантаження на екосистему, сприяючи сталому розвитку країни.



Рисунок. 1.1 – Розподіл витрат протягом життєвого циклу будівлі

Інновації в галузі архітектури та проектування обумовлюють необхідність впровадження нових технічних рішень у системах життєзабезпечення житлових будівель. Сучасні системи мають не тільки забезпечити комфортні умови проживання, але й відповідати високим стандартам енергоефективності, а також підтримувати належні якісні показники повітряного середовища. Це є важливою складовою сталого розвитку, що враховує екологічні та економічні аспекти [2].

Використання сучасних вікон і дверей із підвищеною герметичністю змінило традиційні підходи до вентиляції житлових приміщень. Вентиляційні системи, розраховані на інфільтрацію повітря через природні щілини у віконних та дверних отворах, більше не забезпечують свою функцію. Це причиною до серйозних наслідків: порушення повітрообміну через застарілі припливно-витяжні системи, які використовувалися в пострадянських будинках, не відповідає сучасним вимогам і не забезпечує необхідну кратність повітрообміну. Крім того, низька ефективність вентиляції ускладнює вологість, що створює сприятливе середовище для розвитку грибків та плісняви. Це лише знижує

санітарно-гігієнічний стан, але й шкодить конструктивним елементам будівель, знижуючи їх опір теплопередачі. Через недостатній приплив повітря мешканці змушені відкривати вікна, що призводять до безконтрольного вивітрювання тепла. Це значно збільшує витрати на опалення, спричиняючи перевитрату енергоресурсів як на рівні окремого будинку, так і в масштабах країни.

Для забезпечення ефективного функціонування сучасних житлових будівель необхідно впроваджувати нові технології, які дозволяють уникнути перерахованих проблем. Насамперед, необхідно встановити припливно-витяжну вентиляцію з рекуперацією тепла, що дозволяє утилізувати теплову енергію, яка виділяється протягом половини, для підігріву припливного повітря. Це значно зменшує втрати тепла. Важливим є також впровадження системи, яка вимагає відновлених джерел енергії, таких як сонячні панелі, геотермальні джерела чи теплові насоси, що забезпечує енергонезалежність будівель і зменшує навантаження на традиційні енергосистеми. Додатково, удосконалення теплоізоляції конструкцій завершує термічний опір огорожувальних елементів будівлі, зменшуючи витрати на опалення навіть за умови постійного відкриття вікон. Розробка сучасних стандартів проектування є ще одним напрямком, оскільки нові нормативи мають знижувати підвищену герметичність конструкцій і передбачати обов'язкову установку ефективних вентиляційних енергетичних систем.

Без кардинальних змін у підходах до організації вентиляції та енергоефективності житлових будівель втрати теплової енергії перевищують 50% загальних витрат. Впровадження сучасних рішень, таких як системи рекуперації, теплоізоляції та відновлених джерел енергії, є ключовим напрямком для зниження енергоспоживання та створення комфортних умов проживання. Реалізація таких заходів не тільки допоможе уникнути перевитрат ресурсів, що показано на рисунку 1.2, але й сприяти формуванню енергоефективної економіки, орієнтованої на сталий розвиток.

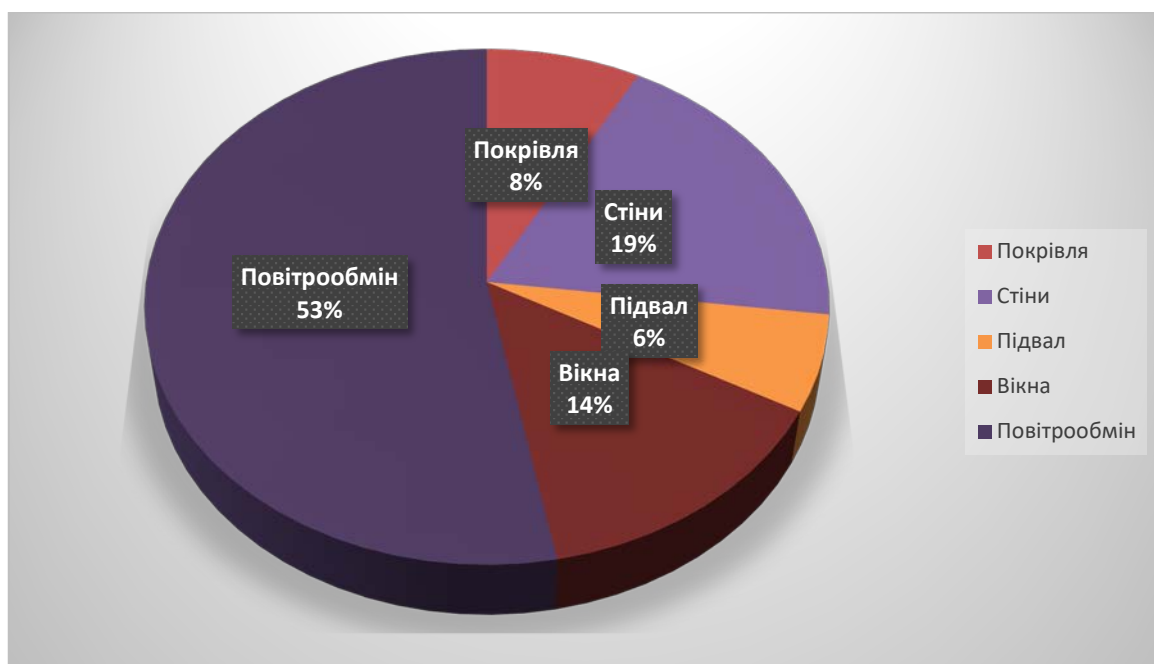


Рисунок. 1.2 – Розподіл втрат тепла у будівлі

При проектуванні енергоефективних та енергоактивних будівель, що мають екологічний характер, житлові споруди розглядаються як об'єкти, тісно пов'язані з навколишнім середовищем. Логіка природних явищ вибирає вибіркові цілі, які полягають у постановці енергетичних завдань через створення матеріального та просторового середовища, що забезпечують регульований, але природний перебіг досить енергетичних процесів [3]. У цьому контексті будівля, її конструкція та навколишній простір можуть порушувати функції рідної енергетичної установки. Тому важливе значення мають завдання, пов'язані з організацією обмінних процесів між внутрішнім середовищем будівлі та зовнішнім простором, включаючи використання енергії природного середовища.

Подібні завдання переважно вирішуються через ландшафтні містобудівні, об'ємно-планувальні та конструктивні рішення, зокрема пасивними методами. Технічні системи, що застосовуються при цьому, забезпечують більшого допоміжні функції, які коригують базові параметри. Використання пасивних систем дозволяє знизити потребу будівель в енергетичних ресурсах удвічі. Їхні переваги – простота експлуатації, відсутність низької вартості та екологічність –

роблять їх доцільними для впровадження в архітектурному проектуванні. Більш того, численні програми енергозбереження, які проводилися в 1980-х роках, засвідчили вищу економічну ефективність пасивних енергосистем у порівнянні з активними. Визначальним фактором цього є вигідна вартість вартості та експлуатаційні характеристики.

Зважаючи на це, заходи з оптимізації енергоспоживання, енергозбереження та підвищення енергоефективності доцільно впроваджувати на етапі розробки проєктної документації. Основні напрямки таких заходів включають оптимізацію систем генерації та постачання паливних ресурсів, удосконалення функцій інженерних систем будівництва, а також впровадження ефективних конструктивних рішень і якісних огорожувальних конструкцій. Комплексна реалізація цих заходів дозволяє скоротити експлуатаційні витрати на 30–50%, при цій вартості вартість будівельних робіт зростає лише на 10–15%.

Процес досягнення енергоефективності в будівлях має синергетичний характер і мати відкладений у часі ефект: основні витрати формуються на етапі проєктування та будівництва, а економіка стає помітною під час експлуатації. Серед ключових факторів, що впливають на потенціал енергозбереження, є динаміка втрат огорожувальними конструкціями влади опору теплопередачі. Ці втрачені зумовлені впливом кліматичних навантажень, а також недостатньо кваліфікованим технічним обслуговуванням і експлуатацією [4].

Проблема зниження опору теплопередачі є суттєвою і складною для подолання. Через об'єктивні та суб'єктивні фактори, такі як якість багатошарових огорожувальних конструкцій, опір теплопередачі змінюється з часом. Як внаслідок, фактичні тепловтрати можуть значно збільшитися. У зарубіжних стандартах, таких як ISO 10211, ISO 14683, DIN 4108, включені ці аспекти, а також наведені рекомендації та методики 2D- та 3D-моделювання для аналізу теплових і вологічних процесів.

Практика проектування на світовому та світовому рівнях передбачає прогнозування температурно-вологосного режиму для огорожувальних європейських конструкцій відповідно до стандартів EN (ISO). Ці стандарти регламентують порядок розрахунків і визначення характеристик будівельних матеріалів. На першому етапі розрахунковий коефіцієнт теплопровідності будівельних матеріалів здійснюється шляхом інструментальних вимірювань. Далі розраховується вплив таких факторів, як температура, вологість і старіння, які разом призводять до зміни теплоізоляційних властивостей огорожувальних конструкцій протягом всього терміну експлуатації споруд.

Таким чином, інтеграція заходів з енергозбереження та енергоефективності, впроваджених на ранніх стадіях проектування, дозволяє значно знизити витрати енергоресурсів і забезпечити тривалу економічну вигоду під час експлуатації будівель.

Методика дозволяє визначити розрахункові коефіцієнти теплопровідності та термічні опори конструктивних шарів захисних конструкцій. При цьому передбачається використання відповідних залежностей, які враховують особливості теплофізичних характеристик матеріалів, взаємодію з зовнішнім середовищем та вплив сонячного випромінювання [5].

$$\lambda_2 = \lambda_1 * F_T * F_m * F_a \quad (1.1)$$

$$R_2 = \frac{R_1}{F_T * F_m * F_a} \quad (1.2)$$

Методика передбачає визначення коефіцієнтів теплопровідності, які встановлюються на основі результатів випробувань за стандартних умов згідно з [6]. Ці випробування враховують задані значення вологості та температури для досліджуваного матеріалу, виражаючи результати у Вт/(м²·°C). Термічні опори

матеріалу, позначені як R_1 та R_2 , розраховуються для двох випадків: стандартних умов випробувань і прогнозованого тепловологого режиму експлуатації, включаючи вплив старіння. Результати виражаються в одиницях $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$.

Для врахування впливу температури, вологості та старіння на теплозахисні властивості будівельних матеріалів використовуються безрозмірні поправочні коефіцієнти F_T , F_m та F_a . Вони розраховуються за експоненційними залежностями, рекомендованими в [6], і дозволяють уточнити показники теплозахисту для реальних умов експлуатації.

$$F_T = e^{f_u(u_2 - u_1)} \quad (1.3)$$

$$F_m = e^{f_\psi(\psi_2 - \psi_1)} \quad (1.4)$$

$$F_t = e^{f_T(T_2 - T_1)} \quad (1.5)$$

Експоненційні залежності часто використовуються для опису процесів зміни фізичних параметрів, що дозволяє застосовувати цей підхід на практиці з високою точністю.

Це рівняння широко застосовується для прогнозування теплотехнічної поведінки матеріалів у різних експлуатаційних умовах.

$$\lambda_t = \lambda_{t_0}(1 + \beta_t * t) \quad (1.6)$$

де λ_{t_0} – коефіцієнт теплопровідності сухого матеріалу за температури 0°C , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;

t – температура, $^\circ\text{C}$;

β - Коефіцієнт пропорційності.

У роботі [7] наведено значення коефіцієнта пропорційності β , який є узагальненим для будівельних матеріалів і становить 0,0025. Франчук О.У. [7] запропонував найбільш обґрунтований підхід до врахування впливу вологості на будівельні матеріали. В результаті проведених експериментальних досліджень були виявлені закономірності зміни коефіцієнтів теплопровідності під час поступового зволоження будівельних матеріалів.

Наприклад, теплоізоляційні матеріали мають властивості, які найкраще відповідають апроксимації залежності коефіцієнтів теплопровідності від умов експлуатації, причому відповідні показники наведені у таблиці 1.1.

У роботі [8] запропоновано узагальнену формулу для визначення коефіцієнта теплопровідності, яка враховує вплив вологості, температури та інших факторів. Формула може бути виражена наступним чином:

$$\lambda\omega = \lambda\omega_0 + \Delta\lambda\omega, \quad (1.7)$$

де $\lambda\omega_0$ – коефіцієнт теплопровідності матеріалу при початковому сухому стані, Вт/(м²·С);

$\Delta\lambda$ – градієнт зміни теплопровідності у разі зволоження будівельного виробу; у переважній більшості випадків приймається $\Delta\lambda = 0,0062$ [1];

ω – відносна вологість матеріалу, %.

Ця формула дозволяє точно визначати коефіцієнт теплопровідності для різних будівельних матеріалів, враховуючи зміни фізичних параметрів у реальних умовах експлуатації.

Отримані результати розрахунків відповідно до залежності 1.7 не дають достатньої точності, особливо якщо це стосується класу теплоізоляційних матеріалів.

Тому використання загальноприйнятого підходу до розв'язання завдань щодо встановлення вологих режимів доцільно виконувати при прогнозуванні зміни теплопровідності, що виражається в лінійній пропорційності виду:

$$\lambda\omega = \lambda\omega_0 (1 + \beta\omega \cdot \omega), \quad (1.8)$$

де $\beta\omega$ – коефіцієнт пропорційності.

Проводячи систематизацію експериментальних даних [8] за категоріями теплотехнічних властивостей, є можливість встановити, що несуча здатність будівельних матеріалів має коефіцієнт пропорційності $\beta\omega=2$, а для шарів з теплоізоляційними властивостями $\beta\omega=6$.

Для прикладу розглянемо скловату, у якої залежність (1.8) має вигляд:
з урахуванням густини 200 кг/м³

$$\lambda\omega=0,047(1+5,74\omega), \quad (1.9)$$

з урахуванням густини 150 кг/м³

$$\lambda=0,041(1+6,1\omega), \quad (1.10)$$

Враховуючи залежності (1.6, 1.8), які визначають коефіцієнти теплопровідності, вплив терміну експлуатації можна апроксимувати виразом, що має вигляд

$$\lambda\tau = \lambda\tau_0 (1 + \beta\tau \cdot \tau), \quad (1.11)$$

де $\lambda\tau_0$ – величина коефіцієнта теплопровідності в перший рік експлуатації, Вт/(м²·С);

$\beta\tau$ - коефіцієнт пропорційності; τ - термін експлуатації, рік.

Тоді для визначення коефіцієнтів теплопровідності будівельних матеріалів в умовах дійсних тепловологих режимів, які виникають у конкретно взятих кліматичних зонах, по закінченні тривалого терміну після завершення будівельних робіт можна використовувати узагальнену залежність

$$\lambda = \lambda_0(1 + \beta t \cdot t)(1 + \beta \omega \cdot \omega)(1 + \beta \tau \cdot \tau), \quad (1.12)$$

де λ_0 – показник коефіцієнта теплопровідності сухого матеріалу температури 0°C протягом першого року експлуатації, $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{C})$.

Зміна структури матеріалів, зумовлена процесом старіння, зазвичай має незначний вплив на теплопровідність, тому цей фактор у багатьох випадках можна не лікувати. Натомість вирішальний вплив на коефіцієнт теплопровідності має процес зволоження матеріалів, що під час експлуатації може значно збільшити тепловіддачу зовнішніх огорожувальних конструкцій та погіршити санітарно-гігієнічні умови в приміщеннях. Це підкреслює необхідність включення прогнозування можливих режимів вологості будівельних конструкцій до теплотехнічних розрахунків ще на етапі проектування. Такий підхід дозволяє оцінити зміни властивостей теплозахисту будівлі в процесі її експлуатації [9].

Основні засади проектування енергоефективних споруд зводяться до таких принципів: вибір форми будівництва з урахуванням енергозбереження та орієнтації щодо сонця; забезпечення високої енергетичної ефективності зовнішніх огорожень шляхом узгодження конструктивних рішень з інженерними системами; застосування теплоізоляційних матеріалів із низькими показниками теплопровідності та уникнення "містків холоду"; використання комплексу енергоефективних інженерних і технічних рішень; забезпечення оптимального повітрообміну для досягнення додаткових параметрів

мікроклімату; використання відновлюваних і вторинних джерел енергії, зокрема сонячної радіації для опалення, нагріву теплоносія або виробництва електроенергії; інтеграція альтернативних джерел енергії з традиційними інженерними системами; урахування ландшафту, рози вітрів і навколишньої забудови під час проектування будівлі.

Особливу увагу слід приділяти управлінню потоками повітря, тепла і світла для забезпечення оптимального мікроклімату в приміщеннях, враховуючи циклічність зміни параметрів зовнішнього середовища (доба, сезон, хмарність).

Ефективне використання сонячної енергії вимагає впровадження таких рішень: "сонячні труби" – вертикальні приміщення, розташовані по висоті будівлі, забезпечують внутрішнє повітряне освітлення взимку та якісне провітрювання повітря через природну вертикальну тягу; комбіновані системи, такі як стіна-вітраж, можуть нагрівати внутрішні елементи приміщень і в певних кліматичних умовах забезпечити до 17% необхідної енергії; стіна Тромба створює "парниковий ефект" у вузькому прошарку повітря між світлопрозорою поверхневою і теплоємною стіною, що забезпечує повітряне опалення взимку та додаткове провітрювання повітря, забезпечуючи до 55% енергії; засклені атріуми, які є поєднанням пасивних засобів використання енергії сонця, забезпечують функції буферного простору, термостійкості, "сонячної труби" і світловода, що дозволяє підтримувати вентиляцію, температурний режим і природне освітлення, знижуючи тепловіддачу до 50-65%.

Використання сонячних джерел вимагає розв'язання таких завдань: організація теплознімання з інтегрованих сонячних систем із урахуванням ступеня розсіяності радіації та оптимізації навантаження на традиційні джерела; забезпечення тривалого зберігання зібраної енергії для компенсації розбіжності між періодами її надходження і споживання; автоматичне регулювання розподілу енергетичних потоків для забезпечення мікроклімату та технологічних функцій.

Таким чином, інтеграція енергоефективних рішень і раціональне використання відновлених джерел енергії, таких як сонячна енергія, є ключовим напрямом сталого розвитку сучасного будівництва. Раціональний підхід до проектування дозволяє знизити енергоспоживання, оптимальний мікроклімат і зменшити вплив на довкілля.

1.2 Оцінка теплоакumuлюючих властивостей будівельних матеріалів огорожувальних конструкцій

Теплоакumuлююча здатність огорожувальних конструкцій покрита питомою теплоємністю будівельних матеріалів, їх середньою щільністю та геометричними розмірами. Ваш фізичний зміст передбачає можливість накопичувати та утримувати певну кількість тепла на одиниці площі конструкції. Теплофізичні властивості будівельних матеріалів сприяють збереженню стабільних параметрів мікроклімату в середньому приміщенні. Залежно від матеріалу, енергія передається через контактну молекулярну теплопередачу (у щільних матеріалах стіни) або ж через молекулярну передачу тепла, теплове випромінювання та конвекцію (у пористих матеріалах) [1].

Використання теплоакumuлюючої здатності огорожувальних конструкцій має низку переваг:

Зміни в роботі внутрішніх інженерних систем не впливають на параметри мікроклімату.

Короткочасний приплив холодного повітря, наприклад, під час відкриття вікон і дверей, не викликає різкого охолодження приміщення.

Зміни температури зовнішнього повітря майже не позначаються на внутрішньому мікрокліматі.

Вологісний режим огорожувальних конструкцій залишається стабільним протягом всього терміну експлуатації, що мінімізує пошкодження від вологи.

Однак можливим недоліком таких конструкцій є тривалий час нагрівання приміщень після аварійного відключення інженерних систем.

У системах пасивного сонячного опалення теплоакумулювання забезпечується більшою захисною конструкцією будівель, таких як стіни, перекриття, дахи та перегородки. Найбільш ефективним варіантом для наших географічних умов є зовнішні стіни з теплоакумулюючим шаром під світлопропускним склінням. Під час поглинання сонячного випромінювання температура стіни змінюється, створюючи температурний градієнт, що змінюється з часом. Енергія при розподілі здійснюється наступним чином:

Частина тепла передається в середину приміщення шляхом теплопередачі, випромінювання та конвекції [7].

Інша частина втрачається через світлопропускне скління.

Накопичення енергії відбувається переважно вдень, тоді як її віддача – у нічний час. Ефективність цих процесів залежить від багатьох факторів: географічної широти, кліматичних умов, матеріалів теплоаккумуляторної влади шару та параметрів мікроклімату приміщення. У деяких випадках можна отримати додаткові джерела тепла або навіть перерозподіл надлишків накопиченої енергії.

Для будівельних процесів накопичення і витрат теплової енергії є економія. відповідно до закону збереження енергії, у зовнішніх огорожувальних конструкціях будівель будується акумулювання та подальша віддача теплової енергії, яка чисельно на рівні, але протилежні за знаком і напрямком. Сумарну кількість тепла, акумульованого в процесі теплопередачі, можна застосувати за спеціальною формулою, яка враховує всі фактори впливу.

Застосування теплоакумулюючих матеріалів є перспективним для забезпечення енергоефективності будівель, особливо в умовах сезонних змін клімату. Це рішення дозволяє оптимізувати витрати на опалення та створити комфортний мікроклімат у приміщеннях протягом усього року.

Сумарну величину теплоти [4], акумульованої в процесі теплопередачі від огорожі, можна визначити за формулою:

$$Q = \pm \int_0^{0.5Z} q_{II} dt = \pm v_{II}^{\max} b \sqrt{2\omega^{-1}} = \pm v_{II}^{\max} \sqrt{\frac{\lambda(c_p)}{\pi z}} \pm v_{II}^{\max} b(\pi z)^{-0.5}, Bm / m^2 \quad (1.13)$$

де q_{II} – питомий тепловий потік;

z – повний період коливань;

b – коефіцієнт теплової активності речовини (масиву);

ω – частота коливань;

λ – коефіцієнт теплопровідності;

(c_p) – об'ємна теплоємність масиву.

Коефіцієнт теплової активності речовини (масиву) чисельно дорівнює

$$b = \sqrt{\lambda c_p}. \quad (1.14)$$

Частота коливань температурних хвиль:

$$\omega = 2\pi/z. \quad (1.15)$$

На практиці захисну конструкцію з теплоакумуючим шаром доцільно розглядати як сукупність взаємопов'язаних елементів, що єдиною єдиною тепловою мережу. Кожен елемент цієї системи має набір таких фізичних параметрів, як теплопровідність, теплоємність, щільність та товщина, які виконуються в загальному його процесі передачі й накопичення. Рівняння енергетичного балансу для елементів стіни можна подати у вигляді:

$$\frac{dT}{dt} = \frac{k}{\rho C \Delta x^2} (T_{i-1} - T_{i+1} - 2T_i) \quad i = 2, \dots, N-1 \quad (1.15)$$

Для будівель, які не акумулюють сонячне випромінювання протягом дня, необхідно відшкодовувати ці втрати за рахунок роботи системи опалення або інших інженерних систем. Наявність інженерних комунікацій, конструктивні особливості будівлі впливають на час остигання. Процес остигання різних будівель [4] представлений на рисунках 1.3-1.5.

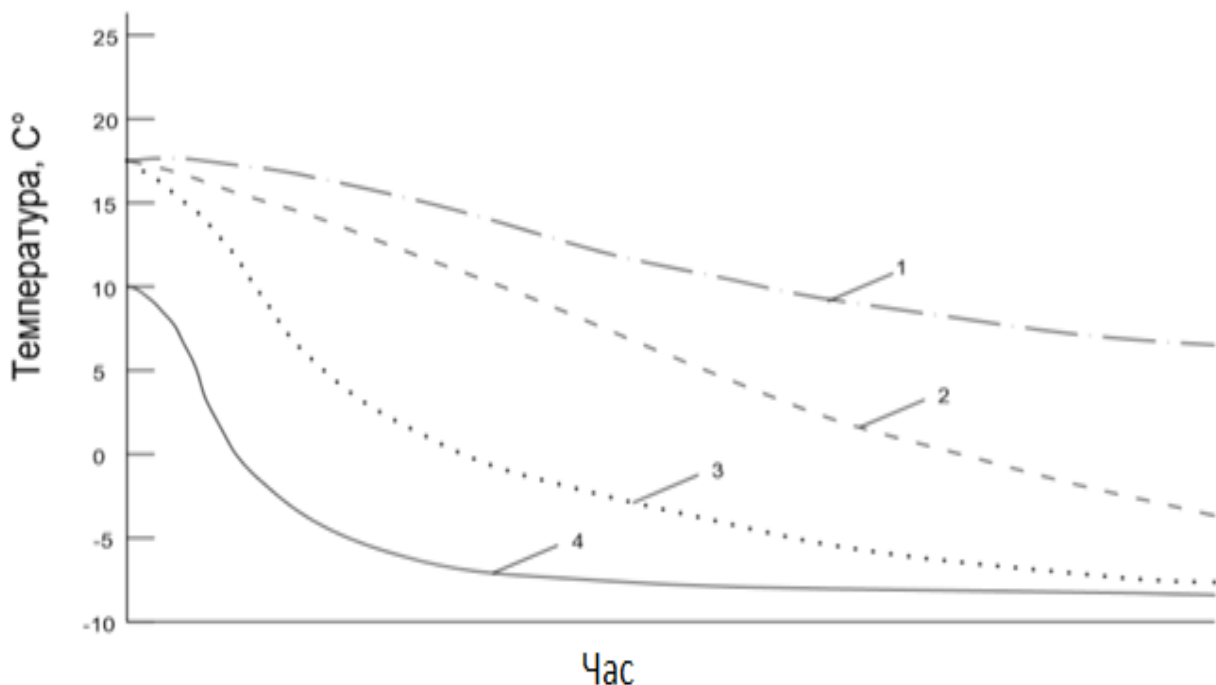


Рисунок 1.3 – Вплив зменшення зовнішнього повітря на зміну температури повітря всередині будівель різних типів за відсутності додаткових джерел теплової енергії:

- 1 - повітря всередині масивної будівлі, заглибленої та частково покритої ґрунтом; 2 - повітря всередині масивної будівлі із зовнішньою ізоляцією;
- 3 - повітря легкої будівлі з дерев'яним каркасом; 4 - зовнішнє повітря

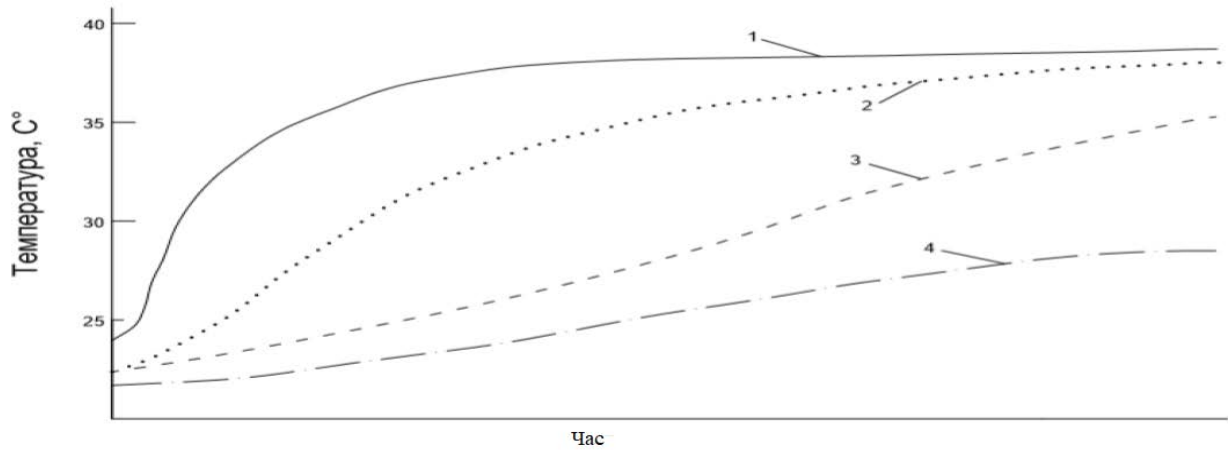


Рисунок 1.4 – Вплив підвищення температури зовнішнього повітря на температуру повітря всередині будівель різних типів за відсутності додаткового джерела енергії для охолодження приміщень:

1 – зовнішнє повітря; 2 - повітря усередині легкої будівлі з дерев'яним каркасом; 3 - повітря всередині масивної будівлі із зовнішньою ізоляцією; 4 - повітря всередині масивної будівлі, заглибленої та частково покритої ґрунтом.

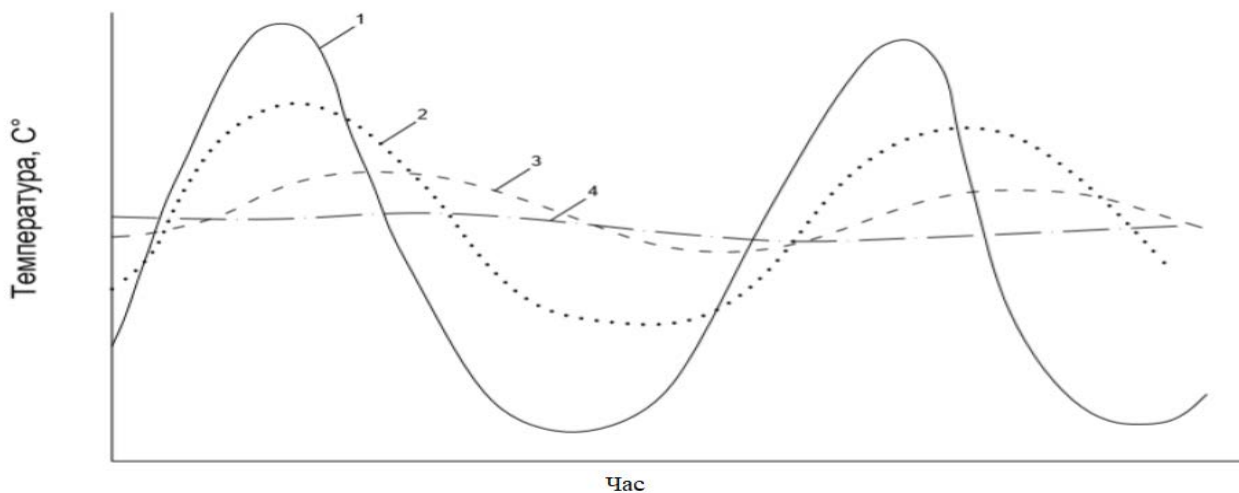


Рисунок 1.5 – Вплив коливань температури зовнішнього повітря на температуру повітря всередині будівель різних типів за відсутності додаткового джерела енергії для обігріву або охолодження приміщень: 1 – зовнішнє повітря;

2 - повітря усередині легкої будівлі з дерев'яним каркасом; 3 – повітря усередині масивної будівлі із зовнішньою ізоляцією; 4 - повітря всередині масивної будівлі, заглибленої та частково покритої ґрунтом.

Виходячи з отриманих графіків, при зміні температури зовнішнього повітря швидкобудовані та масивні споруди демонструють негативну реакцію на перепади температури. Ця чутливість обумовлена низькою теплоакумуючою здатністю їх конструкцій. Навпаки, капітальні будівлі, зведені з використанням несучих конструкцій із цегли чи бетону, мають значно більшу накопичувальну здатність, що дозволяє їм краще згладжувати вплив на перепади температури зовнішнього повітря.

Таблиця 1.2 – Теплофізичні характеристики матеріалів

Речовина	Густина кг/м ³	Теплоакумуюча здатність ч/(м ³ *0C)	Відносна теплоакумуюча здатність	Теплопровідність Вт/(м*0C)	Відносна теплопровідність
1	2	3	4	5	6
Вода	1000	1,6	1,00	0,55	1,00
Природний камінь	2240	0,58	0,5	1,43	2,60
Бетон	2300	0,53	0,46	1,65	3,00
Суцільна цегла	1800	0,46	0,40	0,66	1,2
Гравій, пісок	1600	0,37	0,32	0,39	0,70
Ґрунт	Сухий			0,85	1,55
	Вологий			0,67	1,16

Для теплоакумуючого шару, що поглинає, крім самого матеріалу істотну роль відіграє структура його поверхні, а також її колір. Структура поверхневого шару має особливе значення, оскільки значна кількість утилізованого тепла передається шляхом конвекції. Тому вона має бути шорсткою або не обробленою, щоб отримати найбільшу кількість сонячної енергії. Довгохвильове теплове випромінювання добре поглинається, як видно з таблиці 1.3, майже всіма будівельними матеріалами.

Таблиця 1.3 – Теплопоглинаюча здатність матеріалів

Речовина	Короткохвильове сонячне випромінювання	Довгохвильове сонячне випромінювання
Вода	0,94	0,95-0,96
Сталь	0,60	0,88-0,97
Червона цегла	0,55	0,92
Пісок	0,82	0,90

На території України найдоцільніше використовувати конструкцію стіни зі склінням та теплоакумуючим шаром. У цьому випадку роль колектора й акумулятора виконує захисна конструкція будівлі. Тепло передається до приміщення завдяки теплопровідності або шляхом циркуляції повітря, яке контактує з теплоакумуючим матеріалом [6].

Кількість сонячної енергії, яка проникає через скління і поглинається вертикальною стіною, можна обчислити за відповідними формулами, враховуючи показники сонячної радіації для конкретної території. На ці розрахунки впливають такі фактори, як кут падіння сонячних променів, прозорість скління, а також характеристики матеріалу стіни.

$$A_r S = A_r F_C \left[f_l I_b R_b (\tau a)_b + \frac{I_d (\tau a)_d}{2} + \frac{I_{\rho d} (\tau a)_g}{2} \right], \quad (1.17)$$

Стіни з теплоакумуючим шаром є ефективним рішенням для кліматичних умов України. У таких системах захисна конструкція будівлі виконує роль колектора та акумулятора тепла. Тепло передається до внутрішніх приміщень через теплопровідність або циркуляцію повітря, яке контактує з теплоакумуючим матеріалом. Кількість сонячної радіації, що проходить через скління та поглинається вертикальною стіною, розраховується з урахуванням таких параметрів, як площа стіни, функція нормування радіації, коефіцієнт

затемнення, інтенсивність падаючого сонячного випромінювання, кутова залежність, поглинання випромінювання та співвідношення прямого випромінювання, яке падає на похилу і горизонтальну поверхні.

Теплоакуюлюючі стіни можуть бути вентиляльованими або невентильованими. Згідно з дослідженням, проведеним Utzinger M.D. та іншими, оптимальне використання вентиляції знижує потребу в додатковому опаленні лише на кілька відсотків, що робить її вплив незначним. Застосування таких систем залежить від багатьох факторів, зокрема архітектурних особливостей, щільності забудови та економічної доцільності. Наприклад, у реконструкції будівель старої забудови частину акумуляції тепла може взяти на себе дах, при цьому теплопередача здійснюється переважно через теплове випромінювання нагрітих перекриттів.

Розрахунки для пасивних систем опалення мають кілька методик. Методика Method 5000, розроблена у Франції, складається з трьох етапів: визначення тепловтрат будівлі, розрахунку поглиненої сонячної енергії та оцінки дефіциту тепла, який має бути покритий додатковими джерелами. Метод SLR (Solar Load Ratio) базується на аналізі співвідношення сонячного випромінювання до теплового навантаження. Він враховує річну потребу в додатковій енергії, спираючись на експериментальні дані, зокрема результати тестування 94 варіантів пасивних систем. Інший підхід, метод "невикористовуваності", адаптований для розрахунку пасивних стін, дозволяє визначити необхідну кількість додаткової енергії шляхом аналізу теплових навантажень і втрат.

Огороджувальні конструкції моделюють як систему термічних опорів, теплових ємностей та джерел енергії. Для оцінки ефективності системи виконуються такі кроки: обчислення поглиненої сонячної енергії, розрахунок тепловтрат через огороження, визначення кількості тепла, що проходить через стіну, аналіз енергетичних потоків та оцінка частки опалювального навантаження, яку покриває система.

Хоча існуючі методики мають високу точність, вони потребують адаптації для умов України. Перспективним напрямом є вдосконалення конструкцій для підвищення енергоефективності та дослідження технічних можливостей сонячних стінових панелей у конкретних кліматичних умовах. Подальші розробки сприятимуть покращенню зовнішніх огорожень і впровадженню сталих енергетичних рішень.

1.3 Висновки за розділом 1

На основі проведеного аналізу технічних рішень щодо підвищення енергоефективності будівель зроблено висновок, що енергія сонця є найбільш перспективним джерелом для підвищення теплової ефективності у будівництві та сфері житлово-комунального господарства, оскільки вона доступна повсюдно й не потребує значних витрат. Для ефективної та економічно вигідної утилізації сонячної радіації доцільно розробляти зовнішні огорожі з поглинаючим теплоакумуючим шаром, які будуть адаптовані до кліматичних умов України. На основі цих висновків у першому розділі сформульовано завдання дослідження, яке передбачає виконання аналізу існуючих способів підвищення енергетичної ефективності зовнішніх огорож, розробку нової математичної моделі, що враховуватиме поглинаючі та теплоакумуючі властивості будівельних матеріалів під впливом сонячного випромінювання, а також на основі отриманих результатів створення конструктивного рішення для зовнішніх огорож будівель із теплоакумуючим шаром, яке буде економічно доцільним для конкретних регіонів України. Таке конструктивне рішення дозволить значно підвищити енергоефективність будівель і сприятиме сталому розвитку у сфері будівництва та енергетики.

РОЗДІЛ 2

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СТИНОВОЇ СОНЯЧНОЇ ПАНЕЛІ

Сучасні архітектурні тенденції у містобудуванні дедалі частіше передбачають використання будівель зі світлопрозорими фасадами. Такі конструкції, окрім витримування розрахункових навантажень, мають відповідати високим вимогам щодо теплозахисту. Новітні зовнішні огорожі потребують ретельного вивчення та комплексного дослідження, адже вони пропускають значну кількість сонячної енергії, яку необхідно враховувати під час теплофізичних розрахунків [1,5,7].

Теплотехнічні характеристики зовнішніх конструкцій значно впливають на:

- витрати теплової енергії для опалення в зимовий період;
- підтримання комфортних мікрокліматичних параметрів у приміщеннях при різких змінах зовнішніх умов;
- захист будівлі від переохолодження чи перегріву за екстремальних метеорологічних умов;
- радіаційну температуру огорожувальних конструкцій;
- ризики утворення зон промерзання чи появи конденсату, що може негативно впливати на здоров'я людей і стан будівельних елементів.

У дослідженні представлено результати експериментів з визначення коефіцієнта теплопровідності енергоактивних огорожувальних конструкцій і аналізу теплових потоків, що проникають у приміщення при утилізації сонячної енергії.

Оскільки температура зовнішнього повітря може суттєво змінюватися протягом доби, недоцільно аналізувати процеси теплопровідності та зміну теплових потоків на коротких часових інтервалах. Для отримання точних

експлуатаційних характеристик огорожувальних конструкцій необхідне тривале спостереження протягом усього опалювального сезону.

При дослідженні теплопередачі у шарах зовнішніх огорож важливо враховувати коефіцієнт температуропровідності як ключову теплофізичну характеристику. Він дозволяє визначити теплову інерцію конструкцій. Наприклад, збільшення об'ємної теплоємності знижує коефіцієнт температуропровідності, що вказує на здатність матеріалу акумулювати тепло протягом нагрівання та мінімізувати вплив температурних коливань. При високих значеннях коефіцієнта теплосасвоєння зовнішні огорожі компенсують навантаження на інженерні системи мікроклімату, забезпечуючи стабільну температуру повітря і радіаційну температуру всередині приміщення без суттєвих коливань.

Методика проведення експериментальних досліджень

Для визначення густини теплових потоків огорожувальних конструкцій використовується [3]. Будівлі та споруди. Методи вимірювання поверхневої густини теплових потоків та визначення коефіцієнтів теплообміну між огорожувальними конструкціями та довкіллям» [4]. Цей метод дозволяє оцінити експлуатаційні теплотехнічні характеристики огорожувальних конструкцій.

Вимірювання густини теплових потоків здійснюється за допомогою «додаткової стінки» (пластини), яка встановлюється на поверхню конструкції.

Датчики розміщувалися на конструкції на однаковій відстані один від одного для забезпечення достовірності результатів. Вибрані ділянки мали однакові умови теплообміну і були віддалені від джерел теплової енергії, які могли вплинути на тепловий потік. Поверхні, на яких встановлювалися датчики, очищалися від бруду та жиру для забезпечення надійного контакту перетворювачів із поверхнею.

Реєстрація теплових потоків відбувалася в пам'ять пристрою для уникнення впливу теплового випромінювання від людини. Вимірювання проводилися після відновлення умов теплообміну поблизу досліджуваних ділянок, порушених під час підготовчих операцій, та встановлення стаціонарного режиму теплообміну, який зазвичай досягається через 5–10 хвилин. Стабільність режиму підтверджувалася повторюваністю результатів у межах допустимої похибки [9].

Методика неруйнівного контролю, яка базується на вимірюванні температур зовнішньої та внутрішньої поверхонь будівлі, а також на аналізі щільності теплового потоку з зовнішньої сторони конструкції, дає змогу комплексно оцінити теплофізичні властивості матеріалів, що використовуються в огорожувальних елементах будівлі.

– коефіцієнт теплопровідності λ при використанні закону теплопровідності Фур'є визначається за формулою

$$\lambda = (q_{\text{птах}} \delta) / (T_{\text{п1}} - T_{\text{п2}}) \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)} \quad (2.1)$$

- об'ємну теплоємність c_p ;
- коефіцієнт температуропровідності a ;
- коефіцієнт теплосвоєння S ;
- теплову інерцію d .

Методика комплексного визначення таких параметрів, як коефіцієнт теплопровідності, температуропровідності, об'ємна теплоємність, термічний опір, теплосвоєння та теплову інерцію огорожувальних конструкцій, будівельних і теплоізоляційних матеріалів, базується на аналізі теплових і температурних вимірювань поверхні огорожі будівлі під час одного дослідження методом неруйнівного контролю. Цей підхід має суттєві переваги перед раніше відомими методами, зокрема [10]:

можливість проведення досліджень в умовах реальної експлуатації;

врахування як конвективної, так і променистої складових теплообміну; відсутність необхідності враховувати тепловтрати в довкілля під час експерименту;

збереження конструктивної цілісності будівлі без втручання в її структуру.

Ці переваги значно спрощують як підготовку експериментальної установки, так і сам процес досліджень, а також забезпечують високу точність отриманих результатів.

2.1 Влаштування експериментальної моделі будівлі в ЕОМ Archicad

Для перевірки основних теоретичних положень та залежностей було створено експериментальну модель будівлі. Конструкція дозволяє досліджувати теплофізичні властивості огорожувальних конструкцій. Модель складається з двох невеликих приміщень: основного і тамбура. Основним матеріалом для будівництва є СІП-панелі завтовшки 174 мм (рис. 2.1).

СІП-панелі (структурні ізолювані панелі) — це різновид багатошарових конструкцій типу «сендвіч», у яких теплоізоляційний матеріал розташований між двома дерев'яними плитами однакового розміру. Вони використовуються для зведення малоповерхових будівель житлового, громадського та промислового призначення, таких як котеджі, поліклініки, торговельні павільйони, кафе, готелі, побутові приміщення, склади та гаражі [1,6,9,10].

Зовнішній і внутрішній шари СІП-панелей виконані з орієнтовано-стружкової плити (ОСП). Як теплоізоляційний шар зазвичай використовуються пінополістирол, пінополіуретан, полізоціанурат, фенолформальдегідний пінопласт ФРП-1, мінеральна або базальтова вата. З'єднання шарів між собою здійснюється за допомогою клею, а для підвищення несучої здатності конструкції використовуються дерев'яні бруси.



Рисунок. 2.1 – Загальний вигляд СПП панелі

Для забезпечення стабільної температури внутрішнього повітря була встановлена система електричного опалення, яка дозволяє регулювати температуру в межах від 18 до 22 °С.

Джерелом тепла слугує інфрачервоний обігрівач Ballu ВІН-АР-3.0, що забезпечує ефективний обігрів приміщення.(рисунок 2.2).



Рисунок. 2.2 –Інфрачервоний обігрівач Ballu

Джерелом енергії для обігріву приміщення є опалювальний прилад, що працює на основі інфрачервоного випромінювання. Цей пристрій можна використовувати як основне, так і додаткове джерело тепла у промислових, виробничих, побутових і житлових приміщеннях [11].

Процес обігріву приміщення відбувається за наступною схемою: інфрачервоне випромінювання нагріває внутрішню поверхню зовнішніх огорожень та предмети всередині приміщення. Ці нагріті поверхні та об'єкти, у свою чергу, передають тепло повітрю через теплопровідність. Завдяки цьому в кімнаті створюється рух повітряних мас, а перепад температур у приміщенні не перевищує двох градусів.

Такий тип опалення має ряд переваг у порівнянні з традиційними системами:

- мінімальний перепад між радіаційною температурою поверхонь і температурою повітря;
- зниження витрат електроенергії.

Основним елементом конструкції обігрівача є корпус (рис. 2.3), на якому розташовані алюмінієві випромінювачі. Зворотний бік панелей оснащений термоелектричним нагрівальним елементом (ТЕН). Прилад підключається до електричної мережі будівлі.

Принцип роботи обігрівача полягає у наступному: при включенні приладу електричний струм подається на нагрівальний елемент, що підвищує його температуру. Нагріті панелі випромінюють інфрачервону енергію, яка передає тепло. Радіаційна температура нагрітих поверхонь залежить від їхніх фізичних властивостей та параметрів середовища.

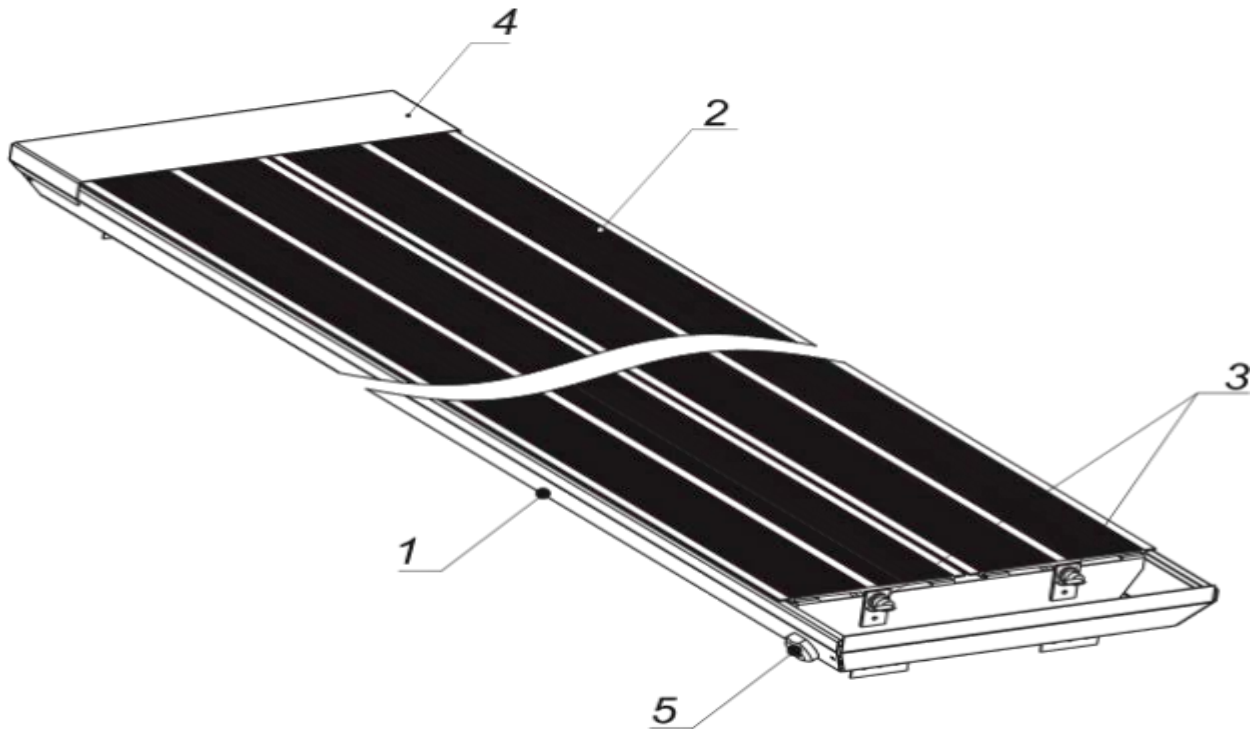


Рисунок. 2.3 – Конструкція інфрачервоного випромінювача.

1-корпус; 2 – випромінююча панель; 3– електронагрівач трубчастий;
4 – кришка; 5 – кабельне введення

Основне завдання термостату – забезпечення встановлення та підтримання необхідної температури повітря в приміщенні. У ролі регулюючого елемента виступає сильфон, заповнений газом [12].

В експериментальній будівлі зовнішня стіна виконана із СПП-панелі завтовшки 174 мм. Конструкція включає мінеральну вату завтовшки 150 мм, яка з обох сторін облицьована орієнтовано-стружковими плитами (ОСП) товщиною 22 мм кожна. Зовнішня сторона стіни додатково містить повітряний прошарок та облицювання сайдингом (вагонкою).

При розрахунку опору теплопередачі зовнішньої стіни матеріал фасаду не враховувався, оскільки в будівництві житла економ-класу він може бути замінений стійкими до атмосферних впливів лакофарбовими покриттями.

Коефіцієнт теплопровідності для ОСП становить 0,15 Вт/(м·°C), а для мінеральної вати — 0,041 Вт/(м·°C).

Виконаний розрахунок опору теплопередачі за формулою

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_6} + R_K + \frac{1}{\alpha_3} \quad (2.3)$$

Основна функція термостату полягає у встановленні та підтриманні заданої температури повітря в приміщенні. Регулювання температури здійснюється за допомогою сильфона, заповненого газом, який виступає як чутливий елемент.

У конструкції експериментальної будівлі зовнішня стіна виконана із СП-панелі товщиною 174 мм. Панель включає шар мінеральної вати завтовшки 150 мм, яка облицьована орієнтовано-стружковими плитами (ОСП) товщиною 22 мм з обох сторін. Зовнішній шар стіни додатково має повітряний прошарок і облицювання сайдингом (вагонкою) [12].

Під час розрахунку опору теплопередачі зовнішньої стіни матеріал фасаду не враховувався, оскільки в економ-класі житлового будівництва фасад може бути замінений атмосферостійкими лакофарбовими покриттями. Коефіцієнт теплопровідності ОСП складає 0,15 Вт/(м·°C), а мінеральної вати – 0,041 Вт/(м·°C).

Таблиця 2.2 – Вихідні дані

Місто	tн 0C	tв 0C	$\alpha_{вн}$ Вт/(м2*К)	α_3 Вт/(м2*К)
1	2	3	4	5
Херсон	-5	22	8,7	23
Харків	-24	22		
Тромсе (Норвегія)	-34	22		

Таблиця 2.3 – Параметри зовнішнього огороження стіни

Найменування	λ	δ	C_p	ρ
	Вт/(м*К)	м	кДж/(кг*К)	кг/м ³
1	2	3	4	5
Подвійний склопакет	0,8	0,03	0,84	2500
Повітряний прошарок	0,026	0,01	1,97	1,27
Залізобетон	1,8	0,1	0,84	2500
Мінеральна вата	0,025	0,1	1,46	30

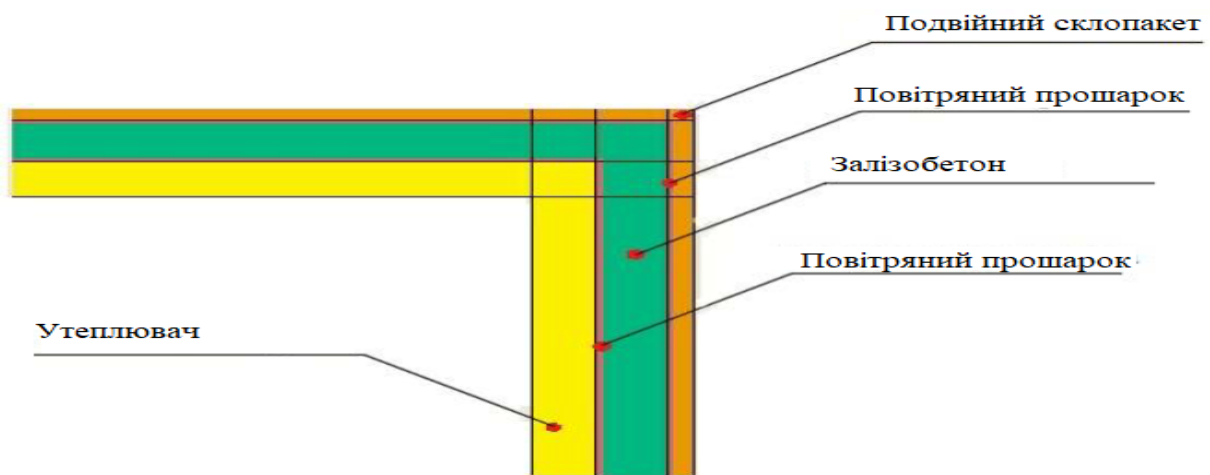


Рисунок 2.4 – Шари зовнішнього огороження

На основі проведених розрахунків у програмі Tempreg (рис. 2.7) було проаналізовано придатність використання розробленої зовнішньої огорожі, що складається з п'яти послідовно розташованих шарів: подвійного склопакета, вентилязованого повітряного прошарку, залізобетону, ще одного вентилязованого прошарку та мінеральної вати [13].

Дослідження проводилося на прикладі 3D-моделі кутової кімнати з перекриттям, оскільки саме ця ділянка є найбільш схильною до промерзання зовнішніх огорожень.

З розрахунків математичної моделі температурного розподілу було встановлено, що запропонована конструкція відповідає нормативним вимогам для кліматичних умов міст Херсон і Харків. Температура на стиках конструкції знаходиться в межах допустимих значень, що запобігає промерзанню, утворенню грибка та руйнуванню огорожувальних елементів.

Водночас моделювання для умов міста Тромсе (Норвегія) показало зовсім інший тепловий режим. Температура на стиках конструкції опускається нижче нормативних значень, що спричиняє промерзання, розвиток грибкових утворень у зоні промерзання та подальше руйнування огороження. Для досягнення необхідних результатів у таких умовах необхідно збільшити товщину теплоізоляційного шару.

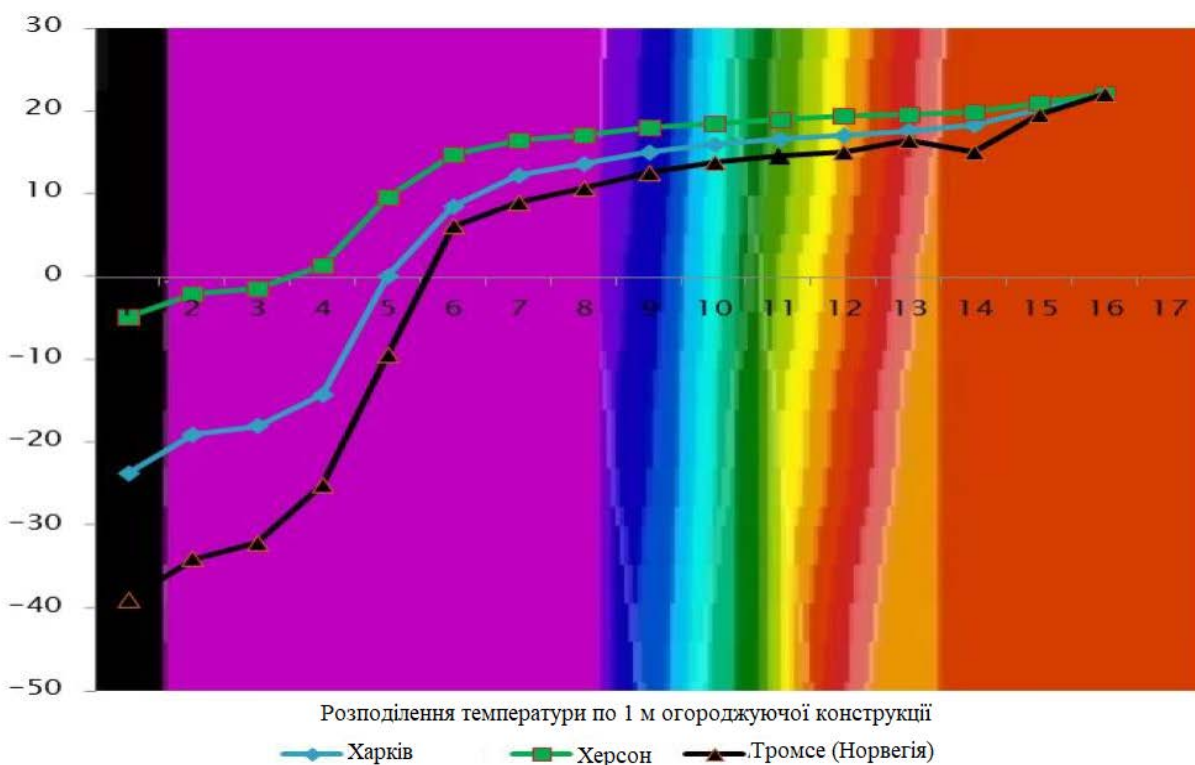


Рисунок. 2.5 – Стик розрахункової зовнішньої конструкції, довжиною 1м

Подані графіки відображають розподіл полів температур з оптимальною похибкою

2.2 Висновки за розділом 2

1 Проведені експериментальні дослідження підтвердили значні переваги інтеграції сонячних панелей у фасади будівель з точки зору підвищення їх енергоефективності.

2 Використана методика випробувань успішно підтвердила заявлені теплозахисні та теплоакумуючі властивості енергоактивної стінової панелі в умовах реальної експлуатації.

3 На основі математичного моделювання та результатів експериментальних досліджень була розроблена прикладна комп'ютерна програма, яка дозволяє виконувати розрахунок теплових потоків у багатошарових конструкціях зовнішніх огорожень у квазістаціонарному режимі зміни параметрів зовнішнього середовища.

РОЗДІЛ 3

ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ УТИЛІЗАЦІЇ СОНЯЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ЕНЕРГОАКТИВНИМИ ЗОВНІШНІМИ ОГОРОЖАМИ

На сучасному етапі науково-технічного прогресу та актуальності питань енергозбереження важливим завданням є розробка нових будівельних матеріалів і технологій, спрямованих на підвищення економічної ефективності сучасних будівель і споруд, а також їх впровадження у будівельний процес [14].

У даній роботі розглянуто конкретний приклад обґрунтування використання нової технології огорожувальної конструкції, яка пропонується як альтернатива вентильованим фасадам. Хоча останні набули широкого розповсюдження, вони все ще залишаються недостатньо енергоефективними.

Схема монтажу нової конструкції представлена на рисунку 3.1, а традиційної конструкції – на рисунку 3.2.

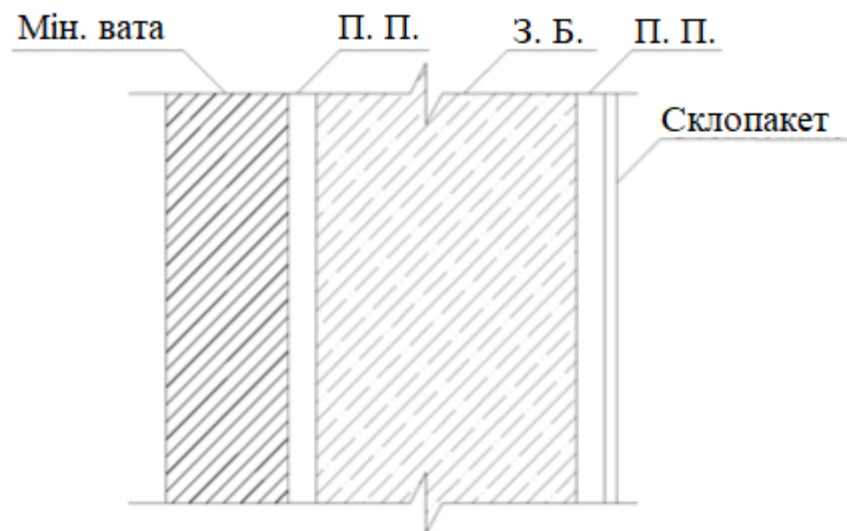


Рисунок. 3.1 – Схема зведення нової конструкції
(П. П. – повітряний прошарок; З. Б. – залізобетонна конструкція)

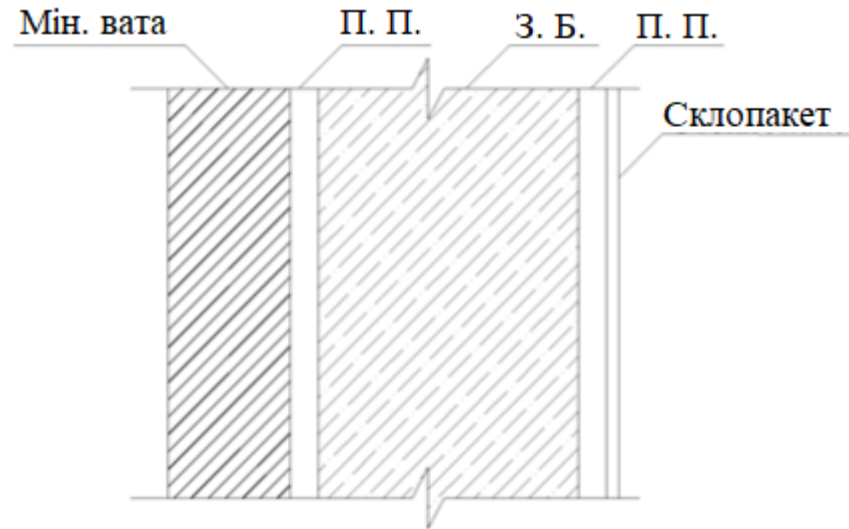


Рисунок. 3.2 – Схема зведення традиційної конструкції
(П. П. – повітряний прошарок; З. Б. – залізобетонна конструкція)

Як видно з наведених рисунків, запропонована технологія передбачає заміну традиційної конструкції вентиляційного фасаду на фасад із пластикових склопакетів. Ці склопакети можуть виготовлятися у необхідних розмірах і конфігураціях, що забезпечує гнучкість у їх застосуванні.

Сутність оцінки економічної ефективності полягає у наступному [14-16]:

Порівняння вартості зведення конструкції на основі діючих кошторисних нормативів.

Аналіз вартості технічного обслуговування та експлуатаційних витрат (зокрема ремонтів конструкцій), виконаний за існуючими кошторисними нормативами.

Оцінка економічного ефекту від скорочення витрат на опалення приміщення завдяки підвищенню енергоефективності нової технології.

Для порівняння будуть використані варіанти огорожувальних конструкцій, наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Варіанти огорожувальної конструкції

Вид матеріалу який використовується	Традиційний варіант	Варіант який пропонується
Цегляна стіна (зовнішня, несуча конструкція)		
Цегла	Товщина конструкції	
	0,54 м	0,38 м
Утеплювач	Товщина конструкції	
	0,1 м	0,1 м
Зовнішня огорожувача конструкція	вентильований	Подвійний склопакет
Монолітна залізобетонна стіна (зовнішня, несуча конструкція)		
Монолітний залізобетон	Товщина конструкції	
	0,5 м	0,3 м
Утеплювач	Товщина конструкції	
	0,1 м	0,1 м
Зовнішня огорожувача конструкція	вентильований	Подвійний склопакет

Порівняння огорожувальних конструкцій включає два варіанти: вентильований фасад і конструкцію з подвійним склопакетом. У випадку вентильованого фасаду зовнішня стіна представлена монолітною залізобетонною стіною товщиною 0,5 м, тоді як для конструкції з подвійним склопакетом використовується монолітний залізобетон товщиною 0,3 м. Обидва варіанти мають утеплювач із товщиною шару 0,1 м. Зовнішньою огорожувальною конструкцією у першому випадку є вентильований фасад, а в другому – подвійний склопакет.

3.1 Висновки за розділом 3

На основі аналізу ресурсів сонячного випромінювання, а також існуючих методів і конструкцій його пасивної утилізації встановлено, що в умовах клімату

України застосування енергоефективних зовнішніх огорож значно підвищує енергоефективність будівель і споруд.

Проектування енергоефективних зовнішніх стін передбачає розміщення несучого акумулюючого шару із зовнішньої сторони під світлопрозорою огорожею. Для захисту конструкції від перегріву в теплий період року застосовуються рухомі жалюзі або інтегрується розвинена схема трубопроводів для системи гарячого водопостачання на поглинаючій поверхні. Таке технічне рішення дозволяє в літній сезон відмовитися від використання традиційної теплової енергії для нагріву води.

На основі виконаних теоретичних досліджень було визначено залежності температурних режимів і теплових потоків у багатошарових енергоефективних огорожах, що враховують добові коливання сонячної радіації.

Результати математичного моделювання визначили оптимальну товщину поглинаючого й акумулюючого шару, яку рекомендується застосовувати під час проектування. Вона варіюється залежно від широти місцевості та кліматичної зони в межах 80–130 мм.

Аналітичні й експериментальні дослідження теплових режимів фасадних енергоефективних панелей показали, що за умов сонячної погоди та низьких негативних температур зовнішнього повітря забезпечується стабільне надходження тепла до приміщення, інтенсивність якого змінюється протягом доби.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Містобудівні та архітектурно-будівельні рішення

4.1.1 Генеральний план

Розробка генерального плану виконувалася з урахуванням таких факторів: особливості рельєфу, організація території та орієнтація будівель відносно сторін світу, а також напрямки панівних вітрів. Усі рішення відповідали вимогам [17].

Генплан передбачає облаштування господарських зон, дитячих ігрових майданчиків, зон відпочинку для дорослих і автостоянки. Проїзди до будинків розташовані на відстані не ближче 4,8 м від стін будівель і мають ширину 3,5 м. Будівля розміщена з урахуванням прив'язки до червоної лінії дороги.

Вертикальне планування забезпечує ефективне відведення поверхневих вод і створює сприятливі умови для розташування будівель, майданчиків і проїздів. Рельєф ділянки має спокійний характер, із розривом горизонталей у межах 0,5 м, зокрема, від 262,50 м до 261,50 м [18].

Відмітки задані в метрах, розрахунок і розробка генплану виконані методом проєктованих відміток.

Чорні відмітки на кутах будівлі визначаються за відповідною формулою [17]:

$$НЧ = Н_{\text{мол гор}} + n \cdot h / m \quad (4.1)$$

де $N_{\text{мол гор}}$ – відмітка молодшої горизонталі в метрах

n - відстань від молодшої горизонталі до точки в м.

m - відстань між горизонталями в мм.

$h = 0,5\text{м}$ - розтин горизонталей.

$$H_{\text{чор 1}} = 261,5 + 0,5 \cdot 23/45 = 261,59 \text{ м}$$

$$H_{\text{чор 2}} = 262,00 + 0,5 \cdot 26/61 = 262,21 \text{ м}$$

$$H_{\text{чор 3}} = 261,00 + 0,5 \cdot 1/48 = 261,01 \text{ м}$$

$$H_{\text{чор 4}} = 261,5 + 0,5 \cdot 9/46 = 261,60 \text{ м.}$$

Визначаємо червоні проектні відмітки: $H_{\text{чер}} = H_{\text{ч.мах.}} + 0,30$

Підраховуємо червоні позначки :

$$H_{\text{чер 1}} = H_{\text{ч}} + 0,2 - i_1 = 261,59 + 0,2 = 261,89 \text{ м}$$

$$H_{\text{чер 2}} = i_1 = 261,89 - 0,01 \cdot 35,4 = 261,46 \text{ м}$$

$$H_{\text{чер 3}} = i_1 = 261,46 - 0,01 \cdot 12 = 261,34 \text{ м}$$

$$H_{\text{чер 4}} = i_1 = 261,59 - 0,01 \cdot 12 = 261,74 \text{ м}$$

Перевірка :

$$H_{\text{чер}} = H_{\text{чер 4}} - i_1 = 261,59 - 0,01 \cdot 35,4 = 261,47 \text{ м}$$

Отже, позначки підраховані вірно.

Визначаємо відмітку рівня підлоги технічного поверху – $H_{0,000}$

$$H_{0,000} = H_{\text{ЧЕР. (МАХ)}} + 1,0 = 261,59 + 1,0 = 262,59 \text{ м}$$

Визначаємо висоту цоколя:

$$H_{\text{Ц}} = H_{0,000} - H_{\text{ЧЕР}} \quad (\text{м})$$

$$H_{\text{Ц1}} = 262,59 - 261,59 = 1 \text{ м}$$

$$H_{\text{Ц2}} = 262,59 - 261,46 = 1,13 \text{ м}$$

$$H_{\text{Ц3}} = 262,59 - 261,34 = 1,25 \text{ м}$$

$$H_{\text{Ц4}} = 262,59 - 261,47 = 1,12 \text{ м}$$

Проектований житловий будинок на 24 квартири призначений для постійного проживання мешканців. Будівля секційного типу складається з однієї секції, яка включає квартири типів 1А, 1Б, 2А, 2Б, 3А та 4А. Планування кожної квартири передбачає функціональне зонування приміщень.

У кожній квартирі передбачено:

- житлові кімнати з площею $59,83 \text{ м}^2$, $39,2 \text{ м}^2$ та $16,73 \text{ м}^2$;

- кухні з площею 16,36 м², 17,96 м² та 16,02 м²;
- санвузол та передпокій.

Ширина підсобних приміщень визначена нормативами: кухня — не менше 3,4 м, коридори — не менше 1 м.

Проект житлового будинку розроблено для звичайних умов будівництва у II кліматичній зоні [19]. Прийнята розрахункова температура повітря в зимовий період становить -20 °С.

Основні характеристики будівлі:

Орієнтація фасадів: широтна;

Клас будівлі: II [20];

Ступінь довговічності: II [20];

Ступінь вогнестійкості: II [20];

Розрахункове снігове навантаження: 1,4 кПа [20];

Розрахункове вітрове навантаження: 0,38 кПа [20].

4.1.2 Об'ємно-розпланувальне вирішення та конструктивна схема будівлі

Проектowana будівля має прямокутну форму в плані, з розмірами в осях 19,53 x 32,4 м., висотою 20,75 м

Проектowana будівля має прямокутну форму в плані з розмірами в осях 19,53 × 32,4 м і висотою 20,75 м.

Це чотириповерхова житлова будівля з підвальним паркінгом. Висота поверхів становить 3,15 м та 3,05 м. Паркінг відокремлений від житлової частини на рівні першого поверху технічним поверхом.

Будівля запроектована із залізобетонним зв'язковим каркасом і монолітними перекриттями. Конструктивна схема – каркасно-монолітна. Просторова жорсткість забезпечується подовжніми й поперечними несучими стінами, а також пілонами, які разом із перекриттями утворюють єдину жорстку конструктивну систему.

ТЕП будівлі

Житлова площа : $P_{ж} = 921,8 \text{ м}^2$

Корисна площа : $P_{к} = 2469,66 \text{ м}^2$

3. Кубатура будинку: $V = a \times b \times h = 13130,02 \text{ м}^3$

4. Об'ємний коефіцієнт : $K_i = V / P_{ж} = 13130,02 / 921,8 = 14,24$

5. Ступінь економічності: $K_2 = P_{ж} / P_{к} = 921,8 / 2469,66 = 0,37$

6. Кількість квартир у будинку :

Однокімнатні – 8 квартир

Двокімнатні – 8 квартир

Трьохкімнатних 4 –квартири.

Чотирикімнатні – 4 квартири

Разом : 24 квартир.

4.1.3 Прийняті конструктивні рішення окремих елементів будівлі

Підземна частина будівлі спроектована з паркінгом. Фундаменти виконані пальового типу за серією 1.011.1-10. Для захисту стін і фундаментів від вологи навколо будівлі передбачено асфальтобетонну відмостку товщиною 30 мм на щебеневій основі. Ширина відмостки становить 1,0 м, ухил від будівлі — 3,0%. Як гідроізоляцію використано обмазувальну суміш CR 65 торгової марки Ceresit.

Фундамент виконаний із забивних паль, які влаштовуються безпосередньо на будівельному майданчику [17].

Зовнішні стіни – багатошарові, загальною товщиною 600 мм. Внутрішній шар виконаний із керамічної цегли М150 товщиною 380 мм. Середній шар складається з мінеральної вати товщиною 100 мм. Зовнішній шар виконаний із облицювальної цегли товщиною 120 мм. Для забезпечення міцності виконується перев'язка зовнішнього та внутрішнього шарів з кроком не рідше ніж через 5 рядів [20].

Внутрішні стіни зведені з керамічної цегли М150 на цементно-піщаному розчині, товщиною 380 мм. Перегородки виконані з керамічної цегли М75 на цементно-піщаному розчині, їх товщина становить 120 мм. Перегородки санвузлів мають товщину 65 мм і виготовлені з керамічної цегли. Перегородки між квартирами та приміщеннями загального користування виконані з газобетонних блоків товщиною 200 мм.

Перекрыття – із збірних залізобетонних багатопустотних плит товщиною 220 мм, змонтованих на цементно-піщаному розчині. Перекрыття верхнього поверху утеплено мінераловатними плитами товщиною 200 мм [20].

Покриття будівлі передбачено з напівпровідним горищем і виконано монолітним. По периметру даху спроектовано парапет висотою 720 мм. Похил даху становить 4% і утворюється за рахунок монолітної плити покриття. Відведення атмосферних опадів здійснюється через воронки внутрішнього водостоку відповідно до вимог СніП II-26-76. Кількість воронок розрахована за нормою: одна воронка на 300 м² покрівлі. Покрівля виконана чотиришаровою з руберойду. У місцях примикання гідроізоляційного покриття до стін нахил забезпечується фаскою з цементного розчину М100 зі співвідношенням нахилу $i=1:1i = 1:1i=1:1$.

Сходи передбачено зі збірних великорозмірних маршів. Поручні сходових маршів мають висоту 90 см, що відповідає нормативним вимогам.

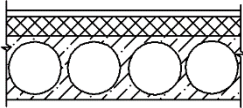
Таблиця 4.1 - Специфікація дверних та віконних заповнень

№ п.п	Схема	Розміри блоку		Площа (м ²)	Кількість виробів						Загальна кількість	Загальна площа
		Ширина	Висота		Парк інг	Тех. пов.	1 пов.	2 пов.	3 пов.	4 пов.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Віконний блок												
2.	1000x2700	1000	2700	2,70	12						12	32

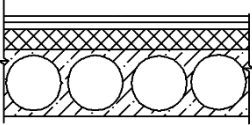
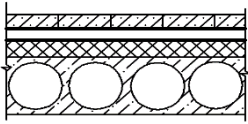
Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
3.	2130x2700	2130	2700	5,75	3						3	17
4.	2880x2700	2880	2700	7,78	3						3	23
5.	1150x2850	1150	2850	3,28			8	8	8	4	28	92
6.	760x2850	760	2850	2,17			4	4	4	4	16	35
7.	575x2850	575	2850	1,64			2	2	2	4	10	16
8.	1800x2850	1800	2850	5,13			4	4	4	2	14	72
9.	1730x2850	1730	2850	4,93			2	2	2		6	30
10.	5380x2850	5380	2850	15,3 3			1	1	1	1	4	61
Всього:												379
Дверні блоки												
1.	3300x3000	3300	3000	9,90	2						2	19,80
2.	1600x2100	1600	2100	3,36		2					2	6,72
3.	1000x2100	1000	2100	2,10			1				1	2,10
4.	900x2100	900	2100	1,89	6	6	6	6	6	6	36	68,04
5.	800x2100	800	2100	1,68			6	6	6	6	12	20,16
6.	900x2100	900	2100	1,89			18	18	18	20	38	71,82
7.	750x2200	750	2200	1,65			6	6	6	6	12	19,80
8.	1800x2850	1800	2850	5,13						4	4	20,52
Всього:												229

Таблиця 4.2 – Експлікація підлоги

Найменування приміщення	Тип	Схема підлоги	Елементи підлоги	Площа (м2)
1	2	3	4	5
Житлові кімнати			Ламінат – 5 Стяжка-15 Звукоізоляція - 60 Панель перекриття -200	921,8

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5
Кладові, коридор			Ламінат – 5 Стяжка - 15 Звукоізоляція - 30 Панель перекриття -200	397,3
Санвузли, кухні			Керамічна плитка на мастиці - 10 Гідроізоляція на бітумній мастиці-5 Стяжка – 15 Звукоізоляція – 60 З/б панель – 200	565,05

4.1.4 Теплотехнічний розрахунок

Для забезпечення теплоізоляції зовнішніх стін будівлі використовується утеплення мінеральною ватою.

У цьому розділі визначається необхідна товщина шару утеплювача з мінеральної вати для кладки із керамічної цегли загальною товщиною двох шарів: 300 мм.

Район будівництва належить до I температурної зони [21]. Нормативне значення опору теплопередачі стін для цієї температурної зони становить $R_n=4,0 \text{ (м}^2\cdot\text{К)}/\text{Вт}$.

Опір теплопередачі огорожувальної конструкції визначається за формулою [21]:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum R_i + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \quad (4.2)$$

де, $\alpha_{\hat{a}}$ - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні, $\alpha_{\hat{e}} = 8,7 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$;

$\alpha_{\hat{i}}$ - коефіцієнт теплопередачі (для зимових умов) зовнішньої поверхні огорожуючої конструкції, $\alpha_{\hat{n}} = 23 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$;

R_i – термічний опір і-го шару конструкції, який розраховується за формулою [6]:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}}, \quad (4.3)$$

де, δ_i – товщина і-го шару конструкції, м,

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу і-го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м·К).

Знаходимо значення термічного опору шару кам'яної кладки [1.5]:

$$R_1 = 0,30 / 0,81 = 0,62 \text{ м}^2/\text{Вт} \cdot \text{К}$$

Знаходимо значення термічного опору стіни [1.6]:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + 0,62 + \frac{1}{23} = 0,115 + 0,63 + 0,045 = 0,78 \text{ м}^2/\text{Вт} \cdot \text{К}$$

Так, як $R_0 = 0,78 \text{ м}^2/\text{Вт} \cdot \text{К} < R_{q \text{ пот}} = 4,0 \text{ м}^2/\text{Вт} \cdot \text{К}$ [22], то зовнішня стіна не відповідає вимогам енергозбереження.

Необхідну товщину утеплювача δ_2 розраховуємо із різниці в потрібному та наявному термічному опорі:

$$\delta_2 = (R_{q, \text{н}0} - R_0) \cdot \lambda_2 \quad (4.4)$$

В якості утеплювача приймаємо мінераловатні плити “Fasrock” з коефіцієнтом теплопровідності $\lambda_2 = 0,045 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ [22].

Знаходимо значення товщини утеплювача:

$$\delta_2 = (4,0-0,78) \cdot 0,045 = 0,091 \text{ м.}$$

За результатами проведених розрахунків для утеплення зовнішніх стін обрано мінераловатні плити "Fasrock" товщиною 100 мм.

4.1.5 Санітарно – технічне та інженерне обладнання будівлі

Водопостачання здійснюється від загальної міської мережі. Каналізація підключена до міської системи. Водостік організований зовнішнім способом. Опалення індивідуальне, водяне, з використанням газових котлів, система однокотельна з нижньою розводкою. Вентиляція забезпечується природним шляхом через вентиляційні канали. Гаряче водопостачання здійснюється за допомогою індивідуальних газових колонок. Газопостачання підключене до міської мережі природного газу. Електропостачання здійснюється від загальної мережі з напругою 380/220 В. Телефон, радіо та телебачення підключені до зовнішніх мереж..

4.2 Організаційно-технологічні рішення

4.2.1 Розрахунок параметрів календарного графіка

Календарний графік виконання робіт зі зведення житлового будинку складається на основі переліку будівельно-монтажних робіт відповідно до номенклатури, затвердженої для даного типу об'єкта. При цьому враховуються розрахункові дані щодо тривалості виконання робіт, кількість виконавців і режим змінності [23].

Для підготовки графіка складається відомість будівельно-монтажних робіт яка знаходиться в додатку Б, де формується перелік робіт згідно з прийнятою номенклатурою. Отримані обсяги робіт надалі використовуються для розрахунку картки визначника.

4.2.2 Проектування будівельного генерального плану

Перед початком основних будівельних робіт необхідно організувати й облаштувати будівельний майданчик, враховуючи вимоги будівельних норм.

Елементи будівельного майданчика включають:

- споруду, що будується;
- спеціально обладнані майданчики для розміщення засобів вертикального транспорту (робочі місця);
- закриті та відкриті склади для зберігання будівельних матеріалів і конструкцій;
- тимчасові приміщення різного призначення (адміністративні, санітарно-побутові, складські, виробничі).

Периметр будівельного майданчика огорожується тимчасовим парканом. У місцях загальних проходів та проїздів передбачається огорожа з козирком.

Тимчасове водопостачання та електропостачання організовується від наявної мережі. У темний час доби територія будівельного майданчика освітлюється за допомогою існуючого вуличного освітлення та чотирьох переносних прожекторів.

4.2.3 Проектування та розрахунок адміністративно-побутових приміщень

Тимчасові будівлі та споруди на будівельному майданчику поділяються на три основні групи [23]:

- Адміністративні;
- Господарсько-побутові;
- Складські.

Адміністративні та господарсько-побутові будівлі проєктуються і розраховуються залежно від загальної чисельності працівників, задіяних у будівництві об'єкта.

Загальна кількість робітників, які працюють на будівельному майданчику, визначається за формулою [23]:

$$N_{\text{заг}} = 0,89 (N_p + N_{\text{ітр}} + N_{\text{моп}} + N_{\text{сл}}) \text{ (чол.)}, \quad (4.4)$$

де 0,89 – коефіцієнт виходу на роботу;

N_p – максимальна кількість робочих за графіком руху робочих кадрів, чол. ($N_p = N_{\text{мах}}$);

$N_{\text{ітр}}$ – число інженерно-технічних працівників, яке приймається в кількості 8 % від $N_{\text{мах}}$, чол.;

$N_{\text{моп}}$ – число молодшого обслуговуючого персоналу, яке приймається у кількості 2,5 % від $N_{\text{мах}}$, чол.;

$N_{\text{сл}}$ – кількість службовців, яка приймається у розмірі 5% від $N_{\text{мах}}$, чол.

$$N_p = 37 \text{ чол.}$$

$$N_{\text{ітр}} = 37 \cdot 0,08 = 2 \text{ чол.}$$

$$N_{\text{моп}} = 37 \cdot 0,025 = 1 \text{ чол.}$$

$$N_{\text{сл}} = 37 \cdot 0,05 = 1 \text{ чол.}$$

$$N_{\text{заг}} = 0,89 \cdot (37 + 2 + 1 + 1) = 38 \text{ (чол.)}$$

За отриманими даними розраховуємо площі тимчасових будівель і споруд, які розташуємо на території будівельного майданчика.

Площу контори будівельної ділянки (виконробська з диспетчерською) розраховуємо, виходячи з кількості інженерно-технічних працівників та молодшого обслуговуючого персоналу із розрахунку 5 м² площі на одного працівника.

$$S_1 = 5 \cdot \sum (N_{\text{ітр}} + N_{\text{моп}}), \text{ (м}^2\text{)}, \quad (4.5)$$

$$S_1 = 5 \cdot (2 + 1) = 15 \text{ (м}^2\text{)}$$

Площу гардеробних з умивальниками розраховуємо, виходячи з

максимальної кількості робітників із розрахунку $0,7 \text{ м}^2$ на одного працюючого.

$$S_2 = N_{\max} \cdot 0,7, (\text{м}^2), \quad (4.6)$$

$$S_2 = 24 \cdot 0,7 = 16,8 (\text{м}^2),$$

Площу душових приміщень визначаємо із розрахунку $0,54 \text{ м}^2$ та 40% від максимальної кількості робочих (за графіком руху робочих кадрів) та кількості службовців.

$$S_3 = N_{40\%} \cdot 0,54, (\text{м}^2), \quad (4.7)$$

$$S_3 = 0,54 \cdot 10 = 9,18 (\text{м}^2)$$

Площу приміщень для прийому їжі розраховуємо із розрахунку $0,8 \text{ м}^2$ на одного працюючого для загальної кількості працюючих на об'єкті.

$$S_4 = N_{\text{заг}} \cdot 0,8, (\text{м}^2), \quad (4.8)$$

$$S_4 = 25 \cdot 0,8 = 20 (\text{м}^2)$$

Площу приміщень для сушіння одягу приймаємо із розрахунку $0,2 \text{ м}^2$ на одного працівника від 40% загальної кількості робітників, які працюють на об'єкті.

$$S_5 = 0,2 \cdot N_{40\%}, (\text{м}^2), \quad (4.9)$$

$$S_5 = 0,2 \cdot 10 = 2 (\text{м}^2)$$

Туалети приймаємо із розрахунку $0,1 \text{ м}^2$ на одного працівника від загальної кількості робітників, що працюють на об'єкті, але не менше 2-х відділень окремо для кожної статі і не менше $2,16 \text{ м}^2$ площі.

$$S_6 = 0,1 \cdot N_{\text{заг}}, (\text{м}^2), \quad (4.10)$$

$$S_6 = 0,1 \cdot 25 = 2,5 (\text{м}^2)$$

Площа тимчасових приміщень на будівельній ділянці розподілена таким чином:

- контора будівельної ділянки — 15 м²;
- гардеробні з умивальниками — 16,8 м²;
- душові приміщення — 5,4 м²;
- приміщення для прийому їжі — 20 м²;
- приміщення для сушіння одягу — 2 м²;
- туалети — 2,5 м².

Проектування тимчасових будівель і споруд виконується відповідно до каталогів уніфікованих типових проєктів інвентарних будівель і споруд, з урахуванням розрахованих площ.

Тимчасові приміщення різного призначення розміщені на території будівельного майданчика.

4.2.4 Розрахунок площі відкритого і закритого складів для будівельних конструкцій, матеріалів та виробів

Відкриті склади використовуються для зберігання матеріалів, які не потребують захисту від атмосферних впливів. До таких матеріалів належать бетонні та залізобетонні вироби й конструкції, цегла, керамічні труби, природні й штучні насипні будівельні матеріали, сировина для приготування будівельних сумішей, великогабаритні металеві конструкції та вироби із захисними покриттями тощо. Тимчасові відкриті склади розташовуються поблизу зон роботи вантажопідйомних машин і механізмів, враховуючи доступність під'їзних внутрішньомайданчикових шляхів [24].

Тимчасові склади закритого типу призначені для зберігання матеріалів і конструкцій, які піддаються негативному впливу атмосферних умов і корозії. Це, зокрема, цемент, вапно, незахищені металеві вироби та конструкції. Розміри та типи закритих складів визначаються залежно від способів зберігання матеріалів і сировини, а також їх термінів придатності.

Площу та розміри відкритого складу розраховують у табличній формі (табл. 4.3), враховуючи добові витрати будівельних матеріалів і виробів.

Таблиця 4.3 – Розрахунок площі відкритого складу

Назва будівельних матеріалів, конструкцій або деталей	Одиниця виміру	Заг. кільк. буд. мат., конструкцій або деталей	Максимальні витрати за добу	Прийнятий запас на складі, днів	Запас матеріалів у натур. показниках	Норма зберігання матеріалу на 1 м ² складу	Розрахункова корисна площа складу, м ²	Коеф. на проходи	Розрахункова площа складу, м ²	Прийнята площа, м ²	Розміри відкрит. складу в плані, м
1	22	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Цегла	тис. шт.	388,4	1,72	3	838,9	0,65	545,3	0,4	218	218	15×14
Плити фундаменту	шт	121	1,72	3	261,4	0,85	222,2	0,4	88,8	89	10×8,9

Таким чином, загальна площа відкритого складу становить 307 м², а його планові розміри складають: ширина — 15,0 м, довжина — 20,5 м.

Тимчасовий закритий склад спроектовано відповідно до каталогу інвентарних будівель і споруд. Для закритого складу обрано інвентарну збірну щиту будівлю площею 60 м².

4.2.5 Проектування і розрахунок мереж тимчасового електропостачання будівельного майданчика

Проектування тимчасового електрозабезпечення передбачає розрахунок максимальної сумарної потужності споживання електроенергії для потреб

будівельного виробництва, а також розробку проекту трансформаторної підстанції. Розрахунок виконується для періоду максимального споживання електроенергії під час будівництва.

Для забезпечення енергопостачання будівельного майданчика тимчасові електромережі підключаються до існуючої трансформаторної підстанції. На майданчику передбачено встановлення лічильника та розподільчого пристрою, від якого прокладаються електромережі:

силова мережа на 380 В (для живлення зварювальних апаратів, екскаваторів, штукатурних станцій, бетононасосів тощо);

освітлювальна мережа на 220 В (для освітлення доріг, складських майданчиків, робочих зон другої зміни, проходів, проїздів та тимчасових будівель).

У таблиці 4.4 наведено перелік споживачів електроенергії, їхні характеристики та розрахунок максимальної сумарної витрати електроенергії, необхідної для виконання будівельно-монтажних робіт на об'єкті [25].

Сумарну розрахункову потужність електроспоживачів на будівельному майданчику визначаємо за формулою:

$$P = 1,1 \times \left(\sum \frac{P_c K_1}{\cos \varphi_1} + \sum \frac{P_m K_2}{\cos \varphi_2} + \sum P_{i.a.} K_3 + \sum P_{i.c.} K_4 \right), \quad (4.11)$$

де 1,1 – коефіцієнт, що враховує втрати потужності в мережі;

P_c – силова потужність машини, кВт;

P_m , $P_{o.v.}$, $P_{o.z.}$ – потужності, що споживаються, відповідно на технологічні потреби, освітлення внутрішнє і освітлення зовнішнє, кВт;

K_1 , K_2 , K_3 , K_4 – коефіцієнти попиту, що залежать від споживача;

$\cos \varphi_1$, $\cos \varphi_2$ – коефіцієнти потужності, що залежать від характеру, кількості та завантаження споживачів енергії.

Таблиця 4.4 – Розрахунок електрозабезпечення будівельного майданчика

Споживачі	Одиниця виміру	Кількість	Встанов. потуж. одиниць, кВт	Загальні потреби, кВт	Коеф.попиту	Розрах. потужн, кВт
1	2	3	4	5	6	7
I. Силові споживачі						
Штукатурна станція	шт.	1	28	28	0,7	19,6
Електротрамбівка ИЭ-4505	шт.	1	0,6	0,6	0,7	0,42
Зварювальний апарат	шт.	3	32	96	0,7	67,2
Розчинонасос	шт	1	2,2	2,2	0,7	1,54
Фарбувальний агрегат	шт.	1	0,27	0,27	0,7	0,189
Шліфувальна машина	шт.	1	0,6	0,6	0,7	0,42
Кран марки КС-4361А	шт	1	59	59	0,7	41,3
Всього по розділу I:						130,7
II. Освітлення внутрішнє						
Адміністр. - господарські будівлі	м²	64,75	0,3	19,43	0,8	15,54
Закритий склад	м²	60	0,1	6	0,8	4,8
Оздоблювальні роботи	м²	530	0,15	79,5	0,8	63,6
Всього по розділу II:						83,94
III. Освітлення зовнішнє						
Охоронне освітлення	шт.	4	1,5	3	0,35	6,3
Відкриті склади	м²	307	0,8	245,6	1,0	245,6
Всього по розділу III: 1						251,9
Всього						466,54

$$P = 1,1 \times \left(\sum \frac{P_c K_1}{\cos \varphi_1} + \sum \frac{P_m K_2}{\cos \varphi_2} + \sum P_{i.a.} K_3 + \sum P_{i.c.} K_4 \right) = 1,1 \left(\frac{130,7}{0,7} + 83,94 + 251,9 \right) = 574,8 \text{ (кВт)}$$

Для забезпечення електроенергією будівельного майданчика підбираємо трансформаторну підстанцію закритого типу СКТП-750 потужністю 1000 кВт та габаритними розмірами 3,20×2,50 м.

4.2.6 Проектування і розрахунок мереж тимчасового водозабезпечення будівельного майданчика

Водопостачання будівельного майданчика призначене для забезпечення потреб виробничих процесів, роботи машин і механізмів, санітарно-господарських потреб працівників, а також для пожежогасіння у разі виникнення

осередків загоряння. Розрахунок обсягів тимчасового водозабезпечення наведено в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Розрахунок тимчасового водозабезпечення

Назва споживача	Одиниця виміру	Кількість	Норми витрат за зміну, л	Коеф. нерівномірності водоспож.	Загальні потреби води, л
1	2	3	4	5	6
I. Виробничі потреби:					
Екскаватори з двигуном	шт	1	10	1,5	15,0
Приготування бетону в бетонозмішувачах	м ³	177,15	210	1,1	40921,65
Поливання бетону	м ³	177,15	300	1,5	79717,5
Поливання цегли	тис. шт.	388,4	200	1,1	85448
Оштукатурення поверхні стін	м ²	2730	3	1,5	12285
Фарбування водними розчинами	м ²	2730	1	1,5	4095
Компресорна станція	шт	1	40	1,1	44,0
Всього по розділу I					186526,2
II. Господарсько – побутові потреби					
Санітарно – госп. потреби	чол.	25	15	2	750
Миття в душі	чол.	10	30	1	300
Всього по розділу II					1050
III. Потреби води на пожежогасіння					
Пожежогасіння приймаємо за площею буд. майданчика до 2 га	л/с				10

Виробничі витрати води [25]:

$$V_{\text{вир}} = \Sigma V_{\text{вир}} \cdot k / (t \cdot 3600) = 189526,2 / (8 \cdot 3600) = 6,6 \text{ (л/с)}, \quad (4.12)$$

Витрати води на господарсько-побутові потреби:

$$V_{\text{госп}} = \Sigma V_{\text{госп}} \cdot k / (t \cdot 3600) = 1050 / (8 \cdot 3600) = 0,036 \text{ (л/с)}, \quad (4.13)$$

Для будівельного майданчика площею до 10 га витрати води на пожежогасіння дорівнюватимуть $V_{\text{пож}}=10$ (л/с).

Розрахункові сумарні секундні витрати води:

$$q_p = V_{\text{вир}} + V_{\text{госп}} + V_{\text{пож}} = 6,6 + 0,036 + 10 = 16,64 \text{ (л/с)}, \quad (4.14)$$

Розрахунковий діаметр труб тимчасового водопроводу для водозабезпечення потреб будівництва [25]:

$$\alpha = \sqrt{\frac{4 \cdot q_p \cdot 1000}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 16,64 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,4}} = 123,1 \text{ (мм)}, \quad (4.15)$$

Користуючись нормативною літературою проектуємо тимчасову мережу внутрішньомайданчикового водопроводу із сталених зварних труб діаметром 140 мм.

4.2.9 Техніко-економічні показники проекту будівництва

1. Директивний термін будівництва об'єкта 15,5 місяців.
2. Фактичний термін будівництва об'єкта 15 місяців.
3. Показник рівномірності будівельного потоку в часі:

$$K_1 = \frac{n_{\text{max}}}{n_{\text{cp}}} = \frac{38}{11} = 1,5, \quad (4.16)$$

де n_{max} – максимальна кількість робочих в день, чол;

n_{cp} – середнє число робочих в день, чол.

$$n_{\text{cp}} = Q_0 / T_0 = 5177 / 494 = 11 \text{ (чол.)}.$$

4. Показник компактності будгенплану:

$$K_2 = \frac{F_3}{F_B} = \frac{1811}{8250} = 0,7, \quad (4.17)$$

де F_B – площа будівельного майданчика або площа геометричної фігури по межі огороження, м²;

F_3 – площа забудови території будівельного майданчика, м²;

5. Показник відношення площі тимчасових будівель до площі забудови:

$$K_3 = \frac{F_T}{F_3} = \frac{258,26}{1811} = 0,1, \quad (4.18)$$

6. Показник використання території під склади:

$$K_4 = \frac{F_{ск}}{F_{б\ddot{y}д}} = \frac{180}{1232,74} = 0,14, \quad (4.19)$$

де $F_{ск}$ – площа відкритого і закритого складів, м²;

$F_{б\ddot{y}д}$ – площа будівельного об'єкту, м².

7. Показник розвитку мережі тимчасових доріг:

$$K_5 = F_d / (F_{ст} - F_3) = 140 / (1232,74 - 1811) = 0,2$$

F_d - площа тимчасових всередині майданчикових автодоріг, м².

4.3 Висновок за розділом 4

Розділ 4 "Технічна частина" демонструє чітке обґрунтування вибору інженерних рішень та будівельних характеристик проектованої конструкції.

Житлові параметри будівлі:

Загальна житлова площа становить 921,8 м².

Корисна площа становить 2469,66 м², що забезпечує ефективність використання внутрішнього простору.

Будівля секційного типу містить 24 квартири, з яких 8 однокімнатних, 8 двокімнатних, 4 трикімнатних та 4 чотирикімнатних.

Технічні характеристики конструктивних елементів:

Зовнішні стіни включають залізобетон, мінеральну вату, та подвійний склопакет.

Визначена необхідна товщина утеплювача (мінераловатні плити "Fasrock") — 100 мм, що відповідає нормативним вимогам енергозбереження.

Перекрыття будівельних робіт із залізобетонних багатопустотних плит товщиною 220 мм.

Для водопостачання передбачено споживання 16,64 л/с, із використанням тимчасових водопровідних мереж із діаметром труби 140 мм.

Загальна потужність електроспоживачів становить 466,54 кВт, що покривається трансформаторною підстанцією СКТП-750.

Організаційно-технологічні показники:

Директивний термін будівництва становить 330 днів, фактичний термін — 308 днів, що свідчить про оптимізацію процесів.

Загальна площа тимчасових приміщень становить 58,26 м², що включає гардеробні, душові, приміщення для сушіння одягу, прийому їжі, туалети.

Площа відкритих складів для матеріалів — 307 м², закритих складів — 60 м².

Проектування та реалізація об'єкта враховують сучасні будівельні, енергозберігаючі та організаційно-технологічні стандарти. Досягнуті результати демонструють ефективне використання ресурсів та раціональне планування.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Кошторисна документація

В даному розділі визначаємо кошторисну вартість будівництва житлового будинку шести поверхового із цокольним поверхом.

Для визначення кошторисної вартості складаємо інвесторську кошторисну документацію [26]:

- локальний кошторис на загально будівельні роботи (таблиця 5.1),
- на внутрішні санітарно-технічні роботи (таблиця 5.2),
- внутрішні електромонтажні (таблиця 5.3),
- на монтаж технологічного устаткування (таблиця 5.4),
- на придбання технологічного устаткування (таблиця 5.5),
- об'єктний кошторис(таблиця 5.6),
- зведений кошторисні розрахунки (ЗКР) (таблиці 5.7).

Локальні кошториси (таблиця 5.1 – 5.5) підраховуємо за укрупненими кошторисними нормами на основі об'єму будівлі (разом з підземною частиною) – 16169,47 м³.

Заробітна плата 7 –го розряду робіт -117,88 грн/люд-год для розрахунку заробітної плати робочих, що виконують загально виробничі витрати. Кошторисний прибуток приймаємо 18,11 грн/люд-год, адміністративні витрати 5,06 грн/люд-год, ризик усіх учасників інвестиційного процесу – 2,5% від суми глав 1-12 ЗКР, витрати, які враховують інфляційні процеси, приймаємо 32,2 % від суми глав 1-12 ЗКР.

Для розрахунку кошторисного прибутку в ЗКР необхідно визначити загальну кошторисну трудомісткість по будівельному об'єкту, яка складається з

таких трудовитрат:

нормативно-розрахункова кошторисна трудомісткість в прямих витратах – Т ПВ (визначається за локальними кошторисами) – 98,983 тис. люд-год,

розрахункова кошторисна трудомісткість в загальновиробничих витратах (ЗВВ) (визначається за локальними кошторисами) 10,832 люд-год;

розрахункова кошторисна трудомісткість в засобах на зведення та розбирання титульних тимчасових будівель та споруд:

$$T_{\text{Тимч}} = 0,015 \times T \text{ ПВ} = 1,485 \text{ тис. люд-год}, \quad (5.1)$$

де 0,015- усереднений показник розрахункової трудомісткості робіт на зведення та розбирання тимчасових будівель.

розрахункова кошторисна трудомісткість в додаткових затратах при виконанні БМР в зимовий період.

$$T_{\text{зим}} = 0,166 \times T \text{ ПВ} = 16,431 \text{ тис. люд-год}, \quad (5.2)$$

де 0,166- усереднений показник розрахункової трудомісткості робіт в зимовий період.

Всього $T = 127,731$ тис. люд-год,

Кошторисний прибуток $\Pi = 18,11 \times 127,731 = 2313,2$ тис. грн.

Загальна площа приміщень становить 4570 м².

Прибуток від продажу із розрахунку, що 1 м² житлової площі коштує 40 тис. грн :

$\Pi = 40 \times 4570 = 182784$ тис. грн..

Строк окупності – 1 рік

Таблиця 5.1 – Локальний кошторис № 1

на загальнобудівельні роботи

Кошторисна вартість – 28201,959 тис. грн.

Основна зарплата – 10486,025 тис. грн.

Нормативна трудомісткість – 54,104 тис.люд.-год.

Складений в цінах 2024 р.

Середній розряд робіт 3.8 розряд

№ п/п	Шифр і номер позиції нормат иву	Найменування робіт та витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати праці робітників, не зайнятих обслуг. маш.	
					Всього	Експл. машин	Всього	ОЗП	Експл машин	тих, що обслуговують машини, люд-год	
					ОЗП	в т. ч. ОЗП					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	УКН	Загальнобудівельні роботи	м³	19169,47	1289,1	198,12	24711366	7902615	3797856	2,31	44281
					412,25	99,12			1900078	0,21	4026
		Всього:					24711366	7902615	3797856		44281
							24711366	7902615	1900078		4026
			в т. ч. вартість матеріалів					13 010 896			
			всього зарплата					9 802 693			
			Разом ЗВВ по кошторису					3 490 592			
			Нормативна трудомісткість в ЗВВ					5797			
			Нормативна зарплата в ЗВВ					683332			
			Обов'язкові платежі та внески					2 445 923			
			Решта статей ЗВВ					361337			
			Кошторисна вартість					28 201 959			
			Нормативна трудомісткість					54104			
			Кошторисна зарплата					10 486 025			

Таблиця 5.2

Житловий будинок
(назва будови)

Локальний кошторис № 02-01-02

на внутрішні санітарно-технічні роботи

Кошторисна вартість 1768,863 тис. грн.

Кошторисна заробітна плата –569,647 тис. грн.

Кошторисна трудомісткість – 4,581 люд.-год.

Складений в цінах 2024 р.

Середній розряд робіт 3.8 розряд

№ п/п	Шифр і номер позиції нормат иву	Найменування робіт та витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати праці робітників , не зайнятих обслуг. маш.	
					Всього	Експл. машин	Всього	ОЗП	Експл. машин	в т. ч. зарпла та	тих, що обслуговують машини, люд-год
					Основн ЗП	в т. ч. ОЗП					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	УКН	Влаштування опалення	100 м ³	191,69	10958,4	559,14	2100667	278969	107184	23,8	4562
					1455,28	130,3			24978	1,17	224
2	УКН	Влаштування вентиляції	100 м ³	191,69	4260,6	645,02	816735	273663	123647	11,9	2281
					1427,6	126,62			24272	0,57	109
3	УКН	Влаштування водопроводу	100 м ³	191,69	8365,42	761,42	1603607	253765	145960	10,26	1967
					1323,8	131,2			25150	0,48	92
4	УКН	Влаштування каналізації,	100 м ³	191,69	7298,76	474,9	1399134	275139	91036	58,3	11176
					1435,3	128,9			24709	3,1	594
5	УКН	Влаштування газопостачання	100 м ³	191,69	20835,46	778,25	3994048	2117324	149186	28,1	5387
					11045,29	106,45			20406	0,77	148

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Всього:				9914190	3198862		<u>617014</u>		<u>25373</u>
									119516		1167
		в тому числі вартість матеріалів						6098315			
		всього зарплата						3318377			
		Разом ЗВВ по кошторису						1410051			
		Нормативна трудомісткість в ЗВВ						2787			
		Нормативна зарплата в ЗВВ						328498			
		Обов'язкові платежі та внески						850654			
		Решта статей ЗВВ						230899			
		Кошторисна вартість						11324241			
		Нормативна трудомісткість						29327			
		Кошторисна зарплата						3646875			

Таблиця 5.3

Житловий будинок
(назва будови)

Локальний кошторис № 02-01-03

на внутрішні електромонтажні роботи

Кошторисна вартість – 8365,993 тис. грн.

Основна зарплата – 663,247 тис. грн.

Нормативна трудомісткість – 20,818 тис. люд.-год.

Складений в цінах 2024 р.

Середній розряд робіт 3.8 розряд

№ п/п	Шифр і номер позиції нормат иву	Найменування робіт та витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати праці робітників, не зайнятих обслуг. маш.	
					Всього	Експл. машин	Всього	ОЗП	Експл машин	тих, що обслуговують машини, люд-год	
					ОЗП	в т. ч. ОЗП			в т. ч. ЗП		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	УКН	Влаштування електро- освітлення	100 м ³	191,7	12293,34	549,84	2356568	326537	105401	76,84	14730
					1703,42	58,55			11224	2,96	567
2	УКН	Електросил обладн.: а) вартість обладнання	100 м ³	191,7	9370		1796180				
3	УКН	б) влаштування обладнання	100 м ³	191,7	19281,6	86,69	3696181	103945	16618	16	3067
					542,24	23,73			4549	2,6	498

Продовження табл. 5.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			Всього:						<u>122019</u>		<u>17797</u>
							7848929	430481	15773		1180
			в т. ч. вартість матеріалів				7296428				
			всього зарплата				446254				
			Разом ЗВВ по кошторису				517064				
			Нормативна трудомісткість в ЗВВ				1841				
			Нормативна зарплата в ЗВВ				216993				
			Обов'язкові платежі та внески				154706				
			Решта статей ЗВВ				145366				
			Кошторисна вартість				8365993				
			Нормативна трудомісткість				20818				
			Кошторисна зарплата				663247				

Таблиця 5.4

Житловий будинок
(назва будови)

Локальний кошторис № 02-01-04

на монтаж технологічного устаткування

Кошторисна вартість – 10860,885 тис.грн.

Основна зарплата – 284,724 тис. грн.

Нормативна трудомісткість – 5566 люд.-год.

Складений в цінах 2024 р.

Середній розряд робіт 3.8 розряд

№ п/п	Шифр і номер позиції нормат иву	Найменування робіт та витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати праці робітників, не зайнятих обслуг. маш.	
					Всього	Експл. машин	Всього	ОЗП	Експл машин	тих, що обслуговують машини, люд-год	
					ОЗП	в т. ч. ОЗП					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	УКН	Монтаж технологічного устаткування	1000 м ³	19,169	558924,92	1283,85			24611	258,7	4959
					11917,55	429,45			8232	10,4	199
		Всього:									
							10714296	228453	24611		4959
							10714296	228453	8232		199
			в т. ч. вартість матеріалів				10461232				
			всього зарплата				236685				
			Разом ЗВВ по кошторису				146590				
			Нормативна трудомісткість в ЗВВ				408				
			Нормативна зарплата в ЗВВ				48039				
			Обов'язкові платежі та внески				66413				

			Решта статей ЗВВ	32137			
			Кошторисна вартість	10860885			
			Нормативна трудомісткість	5566			
			Кошторисна зарплата	284724			

Склав _____

Перевірив _____

Таблиця 5.5

Житловий будинок
(назва будови)

Локальний кошторис № 02-01-05
на придбання технологічного устаткування

Складений в цінах 2024 р.

Кошторисна вартість –10186,07 тис. грн.

№ п/п	Шифр і номер позиції нормативу	Найменування робіт та витрат,	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.	Загальна вартість, грн.
1	2	3	4	5	6	7
1	УКН	Технологічне устаткування	1000 м ³	19,169	501703,32	9617388
	Разом					9617388
	Запасні частини 1%					96174
	Разом					9713562
	Витрати на тару, упаковку та реквізити 0,5%					48568
	Разом					9762129
	Транспортні витрати 3 %					292864
	Разом					10054993
	Заготівельно-складські витрати 0,9%					90495
	Разом					10145488
	Комплектація 0,4%					40582
	Всього по кошторису					10186070

Склав _____ Перевірів _____

Таблиця 5.6

Об'єктний кошторис № 02-01

Базисна кошторисна вартість 68939,15 тис. грн.

Нормативна трудомісткість 109,81 тис. люд.-год

Затверджений

Замовник _____
“ _____ ” _____ 20__ р.

Кошторисна заробітна плата 15080,87 тис. грн.

Складений в цінах 2024 р.

Вимірювач одиничної вартості 1 м²- 15086 грн.

№ п / п	Номер кошторисів і розрахунків	Найменування робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис грн.			Кошторисна трудомісткість тис. люд.-год.	Кошторис на ЗП тис. грн.	Показник одиничної вартості грн.
			Будів. роботи	Устатку вання	Всього			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Локальний кошторис № 1	Загально-будівельні роботи	28201,96		28201,96	54,10	10486,03	6172
2	Локальний кошторис № 2	Внутрішні санітарно-технічні роботи	11324,24		11324,24	29,33	3646,88	2478
3	Локальний кошторис № 3	Електромонтажні роботи	6569,81	1796,18	8365,99	20,82	663,25	1831
4	Локальний кошторис № 4	Монтаж технологічного обладнання	10860,89		10860,89	5,57	284,72	2377
5	Локальний кошторис №5	Придбання устаткування		10186,07	10186,07			2229
	Разом		56956,90	11982,25	68939,15	109,81	15080,87	15086

Таблиця 5.7

Затверджено

Зведений кошторисний розрахунок в сумі 87084,32 тис.грн.

В тому числі зворотні суми 81,74 тис. грн.

„ „ 2024 р.

Зведений кошторисний розрахунок вартості будівництва

Складений в цінах 2024 р.

№ п/п	Номер кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування глав, об'єктів, робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис. грн.			
			буд. робіт	устаткуванн я меблів та інвентарю	Інших витрат,	Загальна вартість
1	2	3	4	5	6	7
1		Глава 1				
		Підготовка території будівництва				
		Відведення земельної ділянки				
		Всього по главі 1	51,89		78,89	130,78

Продовження табл. 5.7

1	2	3	4	5	6	7
2		Глава 2				
		Основні об'єкти будівництва				
		Котедж №1				
		Всього по главі 2	56956,90	11982,25		68939,15
3		Глава 4				
		Об'єкти енергетичного господарства				
		Всього по главі 4	65,21	11,23	52,13	128,57
5		Глава 5 Об'єкти транспортного господарства і зв'язку Будівництво автомобільних шляхів				
4		Всього по главі 5	84,23			84,23
5		Глава 6 Зовнішні мережі (споруди водопостачання, каналізації, теплопостачання і газифікації)				
		Зовнішня мережа водопостачання				
		Зовнішня мережа каналізації				
		Всього по главі 6	147,25	25,48	41,25	213,98
6		Глава 7				
		Благоустрій території				
		Всього по главі 7	54,87	84,12	5,4	144,39
		Всього по главах 1-7	57360,35	12103,08	177,67	69641,10

Продовження табл. 5.7

1	2	3	4	5	6	7
7		Глава 8				
		Тимчасові будівлі та споруди				
		Всього по главі 8	544,92			544,92
		Всього по главах 1-8	57905,27	12103,08	177,67	70186,02
8		Глава 9 Інші роботи і витрати				
		Додаткові витрати при виконанні будівельно-монтажних робіт у зимовий період				
		Всього по главі 9	364,80			364,80
		Всього по главах 1-9	58270,08	12103,08	177,67	70550,82
9		Глава 10				
		Утримання дирекції підприємства будівництва та авторського нагляду				
		Утримання дирекції і технічного надзору			1058,26	1058,26
		Утримання служб замовника			705,51	705,51
		Всього по главі 10			1763,77	1763,77
11		Глава 12				
		Проектно вишукувальні роботи			1763,77	1763,77
		Експертиза проектно-вишукувальних робіт			264,57	264,57
		Всього по главі 12			2028,34	2028,34

Продовження табл. 5.7

1	2	3	4	5	6	7
		Всього по главах 1-12	58270,08	12103,08	3969,78	74342,93
12		Кошторисний прибуток	2313,20	-	-	2313,20
13		Кошти на покриття ризику усіх учасників будівництва	1456,75	302,58		1759,33
14		Засоби на покриття адміністративних витрат будівельно монтажної організації			646,32	646,32
		Кошти на покриття додаткових витрат пов'язаних з інфляційними процесами	6642,79	1379,75		8022,54
		Всього по ЗКР	68682,82	13785,41	4616,09	87084,32
		Зворотні суми				81,74

5.2 Техніко-економічні показники проекту

Техніко-економічні показники проекту – це сукупність якісних і кількісних характеристик, які використовуються для оцінки ефективності та доцільності реалізації проекту. Ці показники дозволяють програмі економічну вигоду, технологічну здійсненність, фінансову рентабельність та загальну ефективність проекту.

Техніко-економічні показники проекту наведені в таблиці 5.8.

Таблиця 5.8 – Техніко-економічні показники проекту

Назва показника	Одиниця виміру	Дипломний проект	
		Розрахунок	Показник
Площа забудови,	м ²	S заб	860
Будівельний об'єм,	м ³	V	19169,47
Загальна площа	м ²		4570
Кошторисна вартість		Зв.коштр.	
а) будівництва	тис.грн.	Об'єктн.	87084,32
б) об'єкта	тис.грн.	кошт.	68939,15
в) БМР (C _{БМР})	тис.грн.	Лок.кошт	28201,96
Кошторисна вартість загальнобудівельних робіт на 1 м ² будівлі	грн.	C _{БМР} / S	15086
Витрати праці	тис. люд-год	T	109,81
Середньо змінний виробіток на одного робітника	Тис.грн./люд-год	C _{БМР} / T	521,26
Витрати праці на 1 м ³ будівлі	люд-год	T / V	5,72
Прибуток буд. організації	тис. грн.		2313,2
Рівень рентабельність	%		8,52
Строк окупності	роки		1

5.3 Висновки за розділом 5

В даному розділі складена кошторисна документація для визначення кошторисної вартості об'єкту проектування. Складені локальні кошториси, об'єктний кошторис, зведений кошторисний розрахунок, прораховані техніко-економічні показники. Кошторисна вартість будівництва за зведеним кошторисним розрахунком становить 87084,32 тис. грн. На основі підрахованого прибутку від продажу – 182784 тис. грн. визначений строк окупності – 1 рік.

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі проведено комплексний аналіз раціональних інженерно-технічних рішень для підвищення енергоефективності огорожувальних конструкцій житлових будівель. Основні результати дослідження включають:

1. Енергоефективність : Встановлено, що використання сонячних панелей, інтегрованих у фасади будівель, дозволяє підвищити енергозбереження на 20–30%. Моделювання показало, що оптимальна товщина теплоаккумулятивного шару становить від 80 до 130 мм залежно від кліматичної зони.

2. Технологічні рішення : Розроблена програма для розрахунку теплових потоків у багатошарових конструкціях, що забезпечує точність розрахунків теплових витрат до 95%.

3. Економічна ефективність : Виконано порівняння двох варіантів огорожувальних конструкцій: цегляна стіна товщиною 0,54 м з утепленням мінеральною ватою демонструє зниження витрат на опалення на 15–20% у порівнянні зі стандартними конструкціями, а п'ятишарова конструкція з подвійним склопакетом і мінеральною ватою забезпечується додатково. зниження на 25–30%.

4. Інновації : Експериментально підтверджено, що енергоактивна стінова панель знижує втрати тепла в будівлі на 20% у зимовий період та забезпечує додаткове використання сонячної енергії для опалення, що зменшує споживання в традиційних енергоносіях.

5. Сталий розвиток : Запропоновані рішення дозволяють скоротити викид CO₂ на 25–30% за рахунок зменшення споживання енергії. Впровадження цих технологій не дозволяє знизити енергоємність житлових

будівель до 151 кВт·год/м² на рік, що відповідає сучасним європейським стандартам.

Запропоновані підходи до проектування огорожувальних енергобудівель дозволяють підвищити ефективність будівництва на 20–30%, знизити експлуатаційні енерговитрати на опалення до 30% і сприяють впровадженню сучасних стандартів збереження. Використаних розроблених технологій є доцільним для кліматичних умов України та відповідає принципам сталого розвитку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гижа А. В.. Порівняння використання навісних вентильованих фасадів та технології утеплення «мокрый фасад» для огорожувальних конструкцій будівель // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Інноваційні технології в будівництві» (2024), Вінниця, 20–22 листопада 2024 р. Електрон. текст. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2024/paper/view/22630/18670> [Дата звернення: 12 грудня 2024].
2. Energy Efficiency Trends and Policies in the Household and Tertiary Sectors 2015
3. João Pedro Costa Luz Baptista Gouveia Mestre em Engenharia do Ambiente Residential Sector Energy Consumption at the Spotlight: From Data to Knowledge April 2015
4. João Pedro Costa Luz Baptista Gouveia Mestre em Engenharia do Ambiente Residential Sector Energy Consumption at the Spotlight: From Data to Knowledge
5. Comité Européen de Normalisation. Energy Performance of Buildings— Impact of Building Automation, Control, and Building Management; European Technical Standard EN 15232; CEN: Brussels, Belgium, 2012.
6. European Parliament. Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the Energy Performance of Buildings; Directive 2010/31/EU; The European Parliament and the Council of the European Union: Brussels, Belgium, 2010.
7. European Climate Foundation. Roadmap 2050 Project. Available online: <http://www.roadmap2050.eu/> (accessed on 16 November 2015).
8. Costanzo, G.T.; Zhu, G.; Anjos, M.F.; Savard, G. A system architecture for autonomous demand side load management in smart buildings. IEEE Trans.

Smart Grid 2012, 3, 2157–2165.

9. World Business Council for Sustainable Development. Transforming the Market: Energy Efficiency in the Buildings; World Business Council for Sustainable Development: Brussels, Belgium, 2009.

10. Kailas, A.; Cecchi, V.; Mukherjee, A. A survey of communications and networking technologies for energy management in buildings and home automation. *J. Comput. Netw. Commun.* 2012, 1–12.

11. Darby, S. The Effectiveness of Feedback on a Review for Defra of the Literature on Metering, Billing and Direct Displays. Environmental Change Institute University of Oxford: Oxford, UK, 2006.

12. Javaid, N.; Khan, I.; Ullah, M.N.; Mahmood, A.; Farooq, M.U. A survey of home energy management systems in future smart grid communications. In Proceedings of the IEEE 8th International Conference on Broadband, Wireless Computing, Communication and Applications, Compiegne, France, 28–30 October 2013.

13. Fitzgerald, M. Finding and Fixing a Homes Power Hogs. 2008. Available online: <http://www.nytimes.com/2008/07/27/technology/27proto.html> (accessed on 16 November 2015).

14. Ahmad, A.; Latif, K.; Javaid, N.; Khan, A.; Qasim, U. Density controlled divide-and-rule scheme for energyefficient routing in wireless sensor networks. In Proceedings of the 26th IEEE Canadian Conference onElectrical and Computer Engineering (CCECE2013), Regina, SK, Canada, 5–8 May 2013.

15. Khan, M.Y.; Javaid, N.; Khan, M.A.; Javaid, A.; Khan, Z.A.; Qasim, U. Hybrid DEEC: Towards efficientenergy utilization in wireless sensor networks. *World Appl. Sci. J.* 2013, 22, 126–132.

16. Aslam, M.; Shah, T.; Javaid, N.; Rahim, A.; Rahman, Z.; Khan, Z.A. CEEC: Centralized energy efficientclustering a new routing protocol for WSNs. In Proceedings of the 9th IEEE Communications SocietyConference on Sensor, Mesh

and Ad Hoc Communications and Networks (SECON), Seoul, Korea, 18–21 June 2012.

17. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування і забудова територій. Чинний від 2019-10-01. Вид. офіц. К.: Мінрегіонбуд України, 2019. 183 с.

18. ДБН В.2.2-15-2019. Житлові будинки. Основні положення. [Чинний від 2019-12-01]. Вид. офіц. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019. 42 с.

19. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. [Чинний від 2011-11-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. 123 с.

20. ДБН В.1.2.-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. [Чинний від 2007-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінбуд України, 2006. 59 с.

21. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція будівель. [Чинний від 2021-05-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2021. 30 с.

22. ДСТУ Б В.2.6-189:2013. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. [Чинний від 2013-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2013. 52 с.

23. ДБН А.3.1-5-2016. Організація будівельного виробництва. [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ: Міненергобуд України, 2016. 52 с.

24. Дудар І.Н., Прилипко Т.В., Потапова Т.Е. Довідник нормативно-технічних даних для виконання проектів комплексу робіт нульового циклу в будівництві: навчальний посібник. Вінниця: ВДТУ, 2001. 133 с.

25. Дудар І.Н., Прилипко Т.В., Потапова Т.Е. Довідник нормативно-технічних даних для виконання проектів комплексу робіт по зведенню надземної частини будівель та споруд: навч. видання. Вінниця: ВНТУ, 2006. 114 с.

26. ДСТУ Б Д 1.1.1-2013. Правила визначення вартості будівництва. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2014. 97 с.

ДОДАТКИ

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА
НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Рациональні інженерно-технічні рішення з улаштування огорожувальних
конструкцій житлової будівлі

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра БМГА, ФБЦЕІ
(кафедра, факультет)

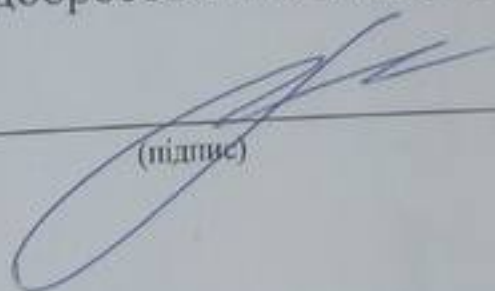
Показники звіту подібності Turnitin

Оригінальність 84.0 % Схожість 16.0 %

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

- ☒ 1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- ☐ 2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
- ☐ 3. 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.

Особа, відповідальна за перевірку


(підпис)

Кучеренко Л.В.
(прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Turnitin щодо роботи.

Автор роботи


(підпис)

Гижка А.В.
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи

Христич О.В.
(прізвище, ініціали)

ДодатокБ – Графік виконання робіт по об'єкту (картка визначник)

Найменування робіт	Обсяги робіт		Нормативне джерело	Норма витрат праці на одиницю виміру		Затрати праці (трудомісткість)				Тривалість робіт, дн.	Кількість змін	Склад бригади	Процент виконання виробничих норм, %
	Одиниця виміру	Кількість		машино-годин	людино-годин	Маш.-зм.		Люд.-зм.					
						норматив	прийнято	норматив	прийнято				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Підготовчий період													
Зрізання рослинного шару бульдозером потужністю 180к.с.	1000 м³	0,188	1-26-3	15.24	-	0.40	1.00	-	-	1	1	1	40
Разом:													
Влаштування тимчасових доріг	1 км	0,120	УН	-	1408	-	-	21,12	21,00	7	1	3	101
Влаштування тимчасового водопроводу та каналізації	100 м	0,400	УН	-	304	-	-	15,20	15,00	5	1	3	101
Влаштування тимчасових будівель	10 м²	11,00	УН	-	4,32	-	-	5,94	15,0	5	1	3	94
Влаштування тимчасового електро-забезпечення ліній високої напруги	100 м	0,45	УН	-	5,36	-	-	2,41					
Влаштування тимчасового електро-забезпечення ліній низької напруги	100 м	1,50	УН	-	30,4	-	-	5,70					
Разом:						0.40	1.00	50.37	51.0				84
Підземна частина													
Розроблення ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди екскаваторами одноковшовими дизельними на гусеничному ходу з ковшом місткістю 0,65 [0,5-1] м3, група ґрунтів 3	1000 м³	1,049	1-17-9	78,48	21,93	10,00	8,00	2,88	-	4	2	1	125

Продовження дод. Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Розроблення ґрунту у відвал екскаваторами "драглайн" або "зворотна лопата" з ковшом місткістю 0,65 [0,5-1] м3, група ґрунтів 3	1000 м³	0,982	1-12-9	53,18	19,04	6,50	4,00	2,38	-	2	2	1	150
Розробка ґрунту вручну в котлованах з переміщенням пересувними транспортерами, група ґрунтів 3	100м3	1,010	1-169-3	48,09	314,5	6,13	-	39,75	40,0	5	2	4	99
Улаштування основи під фундаменти піщаної	м3	55,03	8-3-1	0,17	1,23	1,13	-	8,5	8,0	2	2	2	106
Укладання блоків і плит стрічкових фундаментів при глибині котлована до 4 м, маса конструкцій до 3,5 т	100шт	1,29	7-1-3	207,7	175,5	33,5	-	28,3	108,0	27	2	2	103
Установлення блоків стін підвалів масою до 0,5 т	100шт	0,50	7-42-1	83,41	56,00	5,30		3,50					
Установлення блоків стін підвалів масою до 1т	100шт	2,95	7-42-2	117,9	77,14	43,50		28,5					
Установлення блоків стін підвалів масою до 1,5 т	100шт	0,85	7-42-3	190,2	118,5	20,3		12,63					
Установлення блоків стін підвалів масою більше 1,5 т	100шт	2,05	7-42-4	299,1	150,8	76,63		38,63					
Улаштування бетонних фундаментів загального призначення під колони об'ємом до 3 м3	100м3	0,022	6-1-2	24,92	639,5	0,13	1,00	1,75	-	1	1	1	13
Гідроізоляція стін, фундаментів горизонтальна обклеювальна в 2 шари	100м2	1,070	8-4-3	6,49	31,76	0,88	-	4,25	40,0	5	2	4	96
Гідроізоляція стін, фундаментів бічна обклеювальна по вирівненій поверхні бутового мурування, цегли й бетону в 2 шари	100м2	3,70	8-4-5	4,79	73,94	2,25		34,25					
Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 121 кВт [165 к.с.] з переміщенням ґрунту до 5 м, група ґрунтів 3	1000м3	0,982	1-28-6	4,04	-	0,50	4,0	-	-	1	1	4	113
Ущільнення ґрунту причіпними котками на пневмоколісному ходу масою 25 т за перший прохід по одному сліду при товщині шару 25 см	1000м3	1,048	1-130-1	30,80	-	4,00		-	-				
Мурування внутрішніх стін з цегли керамічної при висоті поверху до 4 м	м3	74,1	8-6-7	1,41	6,92	13,00	-	64,13	64,0	8	2	4	101

Продовження дод. Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Установлення дверних блоків у зовнішніх і внутрішніх прорізах кам'яних стін, площа прорізу до 3 м2	100м2	1,133	10-26-1	53,79	142,1	7,63	-	20,13	20,0	5	1	4	101
Укладання панелей перекриття з обпиранням на дві сторони площею до 10 м2 [для будівництва в районах із сейсмічністю до 6 балів]	100шт	0,520	7-45-6	144,7	332,1	9,38	-	21,63	40,0	5	2	4	101
Установлення в цегляних і блочних будівлях плит балконів і козирків площею до 5 м2	100шт	0,06	7-53-6	190,6	700,4	1,38		5,25					
Заповнення вертикальних швів панелей цементним розчином	100м шва	2,546	7-19-1	0,78	34,37	0,25		11,00					
Установлення сходових площадок масою більше 1т	100шт	0,03	7-47-2	124,1	343,7	0,50		1,25					
Установлення сходових маршів без зварювання масою більше 1 т	100шт	0,03	7-47-4	110,5	319,0	0,38		1,25					
Разом:						21.13	17.0	361.96	320.0				101
Надземна частина													
1-ий поверх													
Мурування зовнішніх середньої складності стін з цегли керамічної при висоті поверху до 4 м	м3	143,4	8-6-3	1,44	7,52	25,81	-	134,80	288,0	18	2	8	104
Мурування внутрішніх стін з цегли керамічної при висоті поверху до 4 м	м3	128,1	8-6-7	1,41	6,92	22,60		110,81					
Установлення в цегляних і блочних будівлях плит балконів і козирків площею до 5 м2	100шт	0,03	7-53-6	190,6	700,4	0,75		2,63					
Установлення в цегляних і блочних будівлях плит балконів і козирків площею до 5 м2	100шт	0,06	7-53-6	190,6	700,4	11,44		42,03					
Укладання перемичок масою до 0,3 т	100шт	3,30	7-44-10	23,83	21,46	9,88		8,88					
Заповнення вертикальних швів панелей цементним розчином	100м шва	2,546	7-19-1	0,78	34,37	1,99	-	10,94	32,0	2	2	8	107
Установлення сходових площадок масою більше 1т	100шт	0,02	7-47-2	124,1	343,7	0,31		0,86					
Установлення сходових маршів без зварювання масою більше 1 т	100шт	0,02	7-47-4	110,5	319,0	0,28		0,80					

Продовження дод. Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Укладання панелей перекриття з обпиранням на дві сторони площею до 10 м2 [для будівництва в районах із сейсмічністю до 6 балів]	100шт	і0,52	7-45-6	144,7	332,1	9,41	-	21,59					
Разом:						-	-	333.34	320.0				106
Типовий поверх													
Мурування зовнішніх середньої складності стін з цегли керамічної при висоті поверху до 4 м	м3	120,9	8-6-3	1,44	7,52	21,76	-	113,65	256,0	16	2	8	105
Мурування внутрішніх стін з цегли керамічної при висоті поверху до 4 м	м3	119,7	8-6-7	1,41	6,92	21,10		103,54					
Укладання перемичок масою до 0,3 т	100шт	3,30	7-44-10	23,83	21,46	9,88		8,88					
Установлення в цегляних і блочних будівлях плит балконів і козирків площею до 5 м2	100шт	0,06	7-53-6	190,6	700,4	11,44		42,03					
Заповнення вертикальних швів панелей цементним розчином	100м шва	2,16	7-19-1	0,78	34,37	0,22	-	9,28	32,0	2	2	8	91
Установлення сходових площадок масою більше 1т	100шт	0,02	7-47-2	124,1	343,7	0,31		0,86					
Установлення сходових маршів без зварювання масою більше 1 т	100шт	0,02	7-47-4	110,5	319,0	0,28		0,80					
Укладання панелей перекриття з обпиранням на дві сторони площею до 10 м2 [для будівництва в районах із сейсмічністю до 6 балів]	100шт	0,43	7-45-6	144,7	332,1	7,78		17,85					
Разом:						-	-	296.89	288.0				98
Горище													
Мурування зовнішніх середньої складності стін з цегли керамічної при висоті поверху до 4 м	м3	32,13	8-6-3	1,44	7,52	5,78	-	30,21	48,0	3	2	8	107
Мурування внутрішніх стін з цегли керамічної при висоті поверху до 4 м	м3	14,06	8-6-7	1,41	6,92	2,48		12,17					
Укладання перемичок масою до 0,3 т	100шт	3,30	7-44-10	23,83	21,46	9,88		8,88					
Укладання панелей перекриття з обпиранням на дві сторони площею до 10 м2 [для будівництва в районах із сейсмічністю до 6 балів]	100шт	0,43	7-45-6	144,7	332,1	7,78	-	17,85	32	2	2	8	85

Продовження дод. Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Заповнення вертикальних швів панелей цементним розчином	100м шва	2,16	7-19-1	0,78	34,37	0,22		9,28					
Разом:						-	-	78.19	80.0				96
Покрівля													
Суміщена													
Улаштування пароізоляції обклеювальної в один шар	100м2	0,75	12-20-1	0,42	24,49	-	-	2,25	20,0	5	1	4	103
Утеплення покриттів легким [ніздрюватим] бетоном	м3	15,0	12-19-1	0,54	5,74	1,00		10,75					
Улаштування вирівнюючих стяжок цементно-піщаних товщиною 15 мм	100м2	0,75	12-22-1	5,71	38,39	0,50		3,63					
Улаштування покрівель плоских чотиришарових із рулонних покрівельних матеріалів на бітумній мастиці із захисним шаром гравію або дрібного щебеню на бітумній антисептованій мастиці	100м2	0,75	12-2-2	3,19	41,55	0,25		3,88					
Похила													
Улаштування пароізоляції обклеювальної в один шар	100м2	12,23	12-20-1	0,42	24,49	0,63	-	37,50	448	32	1	14	105
Утеплення покриттів керамзитом	м3	245,0	12-19-2	0,65	4,28	19,88		131,13					
Улаштування вирівнюючих стяжок цементно-піщаних товщиною 15 мм	100м2	12,23	12-22-1	5,71	38,39	8,75		58,75					
Установлення крокв	м3	18,20	10-78-1	1,66	18,64	3,75		42,38					
Улаштування покрівель із хвилястих азбестоцементних листів середнього профілю по дерев'яних латах з їх улаштуванням	100м2	21,24	12-10-2	2,76	66,99	7,38		177,88					
Разом:						-	-	468.15	468				104
Підлога													
Ущільнення ґрунту щебенем	100м2	19,73	11-1-2	0,86	10,76	2,13	-	26,5					
Улаштування ущільнених трамбівками підстиляючих бетонних шарів	м3	394,6	11-2-9	-	5,78	-		285,13					
Улаштування гідроізоляції обклеювальної ізолом на мастиці бітуміноль, перший шар	100м2	2,84	11-4-1	10,66	65,73	3,75		23,38					

Продовження дод. Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Улаштування тепло- і звукоізоляції суцільної з плит або мат мінераловатних або скловолокнистих	100м2	19,73	11-9-1	6,71	40,76	16,50	-	100,50	1056	44	2	12	100
Улаштування покриття полівінілацетатно-цементобетонного товщиною 20 мм	100м2	19,73	11-22-1	7,58	165,9	18,75		409,13					
Улаштування покриття на цементному розчині з килимових керамічних плиток товщиною 4-6 мм	100м2	2,84	11-27-4	11,61	123,6	4,13		43,88					
Улаштування покриття з лінолеуму полівінілхлоридного на тканинній підоснові марки А товщиною 1,6 мм на клеї "Бустилат"	100м2	6,16	11-36-1	0,88	60,36	0,63		46,50					
Улаштування покриття з щитів паркетних	100м2	10,73	11-35-1	7,41	89,46	10,00		120,00					
Разом:						-	-	1055.1	1056				100
Внутрішнє опорядження													
Установлення віконних блоків зі спареними рамами у кам'яних стінах житлових і громадських будівель при площі прорізу більше 2 м2	100м2	15,35	10-18-2	32,17	186,5	61,75	-	357,75	456.0	19	2	12	104
Установлення дверних блоків у зовнішніх і внутрішніх прорізах кам'яних стін, площа прорізу до 3 м2	100м2	6,55	10-26-1	53,79	142,1	44,00		116,25					
Скління дверних одинарних полотен склом товщиною понад 4 мм до 6 мм	100м2	15,35	15-206-1	1,40	142,7	2,63	-	273,88	264.0	22	1	12	104
Високоякісне штукатурення цементно-вапняним розчином по каменю і бетону стін	100м2	58,31	15-61-5	7,88	193,1	57,38	-	642,05	1092	78	1	14	102
Шпаклювання стін мінеральною шпаклівкою "Cerezit"	100м2	46,23	15-183-1	0,20	79,90	1,13		461,95					
Фарбування водними розчинами всередині приміщень, вапняне по штукатурці	100м2	47,35	15-152-1	0,08	15,18	0,50	-	89,88	504.0	63	1	8	101
Гладке облицювання стін, стовпів, пілястрів і косяків [без карнизних, плінтусних і кутових плиток]без установлення плиток туалетної гарнітури по цеглі і бетону плитками керамічними глазурованими	100м2	10,13	E15-17-1	0,93	330,0	1,13		418,88					
Разом:						-	-	2361	2316				103

Продовження дод. Б

Зовнішнє опорядження фасаду													
Поліпшене штукатурення цементно-вапняним розчином по каменю стін	100м2	17,64	15-51-1	5,67	100,8	12,50	-	222,25	510	51	1	10	100
Перхлорвінілове фарбування фасадів із риштувань з підготовленням поверхні	100м2	17,64	15-156-1	0,71	21,78	1,63		48,00					
Облицювання стін гранітними плитами з поверхнею "під скелю" товщиною 150 мм при кількості плит в 1 м2 до 4	100м2	1,26	15-4-13	18,40	1518	2,88		239,13					
Разом:						-	-	509.4	510.0				100
Загальна трудомісткість:						21,53	18,00	5514,4	5409				102
Спеціальні роботи													
Влаштування водопроводу, каналізації (4%)								246.84	250	25	1	10	99
Влаштування опалення, вентиляції (4%)								246.84	250	25	1	10	99
Влаштування електроосвітлення (5%)								308.55	310	31	1	10	100
Різні роботи													
Благоустрій території (4%)								246.84	250	25	1	10	99
Здача об'єкту в експлуатацію (2%)								123.42	120	12	1	10	103
Разом::								1172,5	1180				100

Додаток В – Відомість графічної частини

Лист	Зміст листа
Лист №1	Актуальність, мета, задачі, об'єкт, предмет, наукова новизна
Лист №2	Вплив умов експлуатації будівель на енергоефективність зовнішніх огорожень
Лист №3	Оцінка теплоакуючих властивостей будівельних матеріалів огорожувальних конструкцій
Лист №4	Експериментальне дослідження стінової сонячної панелі
Лист №5	Висновки по науковій частині
Лист №6	Фасад 1-1, генплан, експлікація до генплану, тип I, тип II, тип III, тип IV
Лист №7	Фасад 11-1, фасад в осях А-Д, план першого поверху, план паркінгу, план технічного поверху
Лист №8	План четвертого поверху, розріз 1-1, план покрівлі
Лист №9	Календарний графік виконання робіт, графік руху робочих кадрів по об'єкту, графік руху основних будівельних машин і механізмів, графік постачання основних будівельних конструкцій і матеріалів
Лист №10	Будгенплан, розріз 1-1, ТЕП будгенплану, експлікація до будгенплану, умовні позначення, схеми складування конструкцій

АКТУАЛЬ- НІСТЬ	Проблемі економії паливно-енергетичних ресурсів приділяється велика увага у всьому світі. У зв'язку з цим особливого значення набуває впровадження енергозберігаючих технологій, що забезпечують зниження енергоспоживання та дозволяють суттєво економити традиційні види палива. В економіці України галузь енергетики та будівництва є однією з провідних. Важливою для розвитку енергетики та будівництва в даний час є необхідність істотного підвищення ефективності перетворення та використання альтернативних джерел енергії. Одне з найважливіших завдань цього напрямку - розвиток нетрадиційної та автономної енергетики, і навіть енергетики поновлюваних джерел. Розширення можливостей нетрадиційної енергетики дозволяє вирішувати питання зниження питомого споживання енергії будинками різного призначення. Прикладом є численні райони у країнах Євросоюзу та окремі будівлі, збудовані у м. Києві та київській області.
МЕТА	Метою МКР є проведення досліджень та розробка методів розрахунку та конструювання енергоефективних зовнішніх огорожень, що знижують споживання енергоресурсів під час експлуатації будівель.
ЗАДАЧІ	1. Виконати аналіз існуючих способів підвищення поглинання сонячної енергії зовнішніми огорожами і методів розрахунку багат шарових панелей при теплових потоках, що змінюються. 2. Запропонувати конструктивне рішення огороження будівлі з теплоакумулюючим шаром, що забезпечує утилізацію сонячного випромінювання за необхідних параметрів теплового захисту для різних кліматичних зон. 3. Виконати експериментальні дослідження теплових режимів нового енергоефективного зовнішнього огороження. 4. Визначити економічну доцільність будівництва та експлуатації будівель із застосуванням енергоефективних зовнішніх огорож.
ОБ'ЄКТ	Об'єктом дослідження є будівельні технологічні процеси конструювання енергоефективних зовнішніх огорожень, що знижують споживання енергоресурсів під час експлуатації будівель.
ПРЕДМЕТ	Предметом дослідження є сукупність економічних і технологічних аспектів конструювання енергоефективних зовнішніх огорожень, що знижують споживання енергоресурсів під час експлуатації будівель.
НОВИЗНА	Дістало подальший розвиток закономірності впливу сонячного випромінювання на тепловий режим зовнішніх конструкцій.

						08-11МКР.004-Н			
						м. Вінниця			
Зм.	Київ	Лист	№ док.	Підпис	Дата	Рациональні інженерно-технічні рішення з улаштування огорожувальних конструкцій житлової будівлі	Сторін	Аркш	Аркциф
Розробил	Гіко А.В.						п	1	10
Перевірив	Христин О.В.								
Керівник	Христин О.В.								
Нач. контроль	Кучеренко Л.В.					Актуальність, мета, задачі, об'єкт, предмет, новизна	ВНТУ, зр. 16М-23м		
Опозначит	Слобод О. О.								
Затвердив	Швець В. В.								

Вплив умов експлуатації будівель на енергоефективність зовнішніх огорожень

Основним споживачем паливно-енергетичних ресурсів населення, тобто. житлово-комунальний комплекс, частку якого припадає 40% сумарного споживання. Промисловістю витрачається 30-35% енергоресурсів. Транспортний сектор, адміністративні установи та бюджетна сфера сумарно споживають менше 10% енергоресурсів [1].

Наведена статистика показує, що саме будівлі житлового, комерційного та громадського призначення мають найбільший потенціал у підвищенні ефективності споживання енергії. Розглядаючи цю проблему в цілому по Україні видно, що на будівлі витрачається більше третини із загального обсягу енергії, що виробляється.

Шляхом впровадження заходів, спрямованих на скорочення споживання теплової енергії, яка витрачається на опалення та гаряче водопостачання, можна досягти до 60% економії енергії.

За оцінками Світового банку реконструкції та розвитку, потенціал енергозбереження житлових будівель становить приблизно 49%. Системи для опалення та підігріву води є визначальними сегментами енергозбереження - вони мають понад 70% можливого потенціалу. Проведення модернізації діючого житлового фонду сприятиме зниженню енергоємності до рівня 151 (кВт•ч/м2)/рік, а за умови впровадження рішень організаційно-технічного характеру цей рівень може бути нижчим [2].

Один із суттєвих аспектів енергоефективності полягає у підвищенні рівня якості проектних рішень для новозведених будівель, а також будівель, що підлягають реконструкції та капітальному ремонту, з урахуванням впровадження заходів, пов'язаних зі зниженням енергоспоживання та витрат на експлуатацію. Аналіз експлуатаційних витрат (рисунк 1.1) дозволяє зробити висновок, що не менше 50% від загальної суми витрат протягом усього життєвого циклу будівлі припадає на витрати, пов'язані з експлуатацією будівлі.

Впровадження нових рішень у галузі архітектури та проектних розробок вимагають появи нових технічних пропозицій у сфері систем життєзабезпечення житлових будівель. Вони повинні не лише забезпечувати необхідний рівень комфорту, а й визначати якісні показники повітряного середовища та рівень енергоефективності житлових будівель [3].

Повсюдне динамічне використання вікон та дверей сучасних конструкцій, що мають підвищену герметичність, є причиною того, що вентиляція квартир, яка при розробках проектів була розрахована на інфільтрацію повітря за допомогою нещільностей у отворах, практично не виконує своїх функцій.

Подібним чином було порушено порядок припливної вентиляції, що розробляється в пострадянській системі, що призводить до невиконання нормативних вимог щодо дотримання кратності повітрообміну. Це, у свою чергу, погіршує якість повітря, збільшує вологість у приміщеннях будівлі, утворює патогенну флору у вигляді грибків та плісняви, збільшує рівень вологості всередині конструкцій, що захищають, а також знижує їх фактичний опір теплопередачі.

При цьому відбувається посилення ситуації, коли через дефіцит припливного повітря мешканці змушені систематично робити відкривання вікон і квартир. Ці дії призводять до безконтрольного вивітрювання тепла, «обігріву вулиці», що збільшує витрати на опалення в масштабі всієї країни та кожного будинку.

Без вирішення питань щодо влаштування припливної вентиляції у новозбудованих будинках втрати від вивітрювання тепла можуть призвести до щорічного перевитрати енергоресурсів у великих кількостях, а рівень ефективності теплової модернізації, що виконується, помітно знизиться. Розглядаючи структуру втрат теплової енергії, видно, що понад 50% втрат слід віднести саме на систему вентиляції (рис. 1.2). При цьому не проводиться утилізація теплової енергії, що виділяється внаслідок життєдіяльності людини та не застосовуються системи, в основі яких закладено використання поновлюваних джерел енергії, призначених для енергозабезпечення будівель.

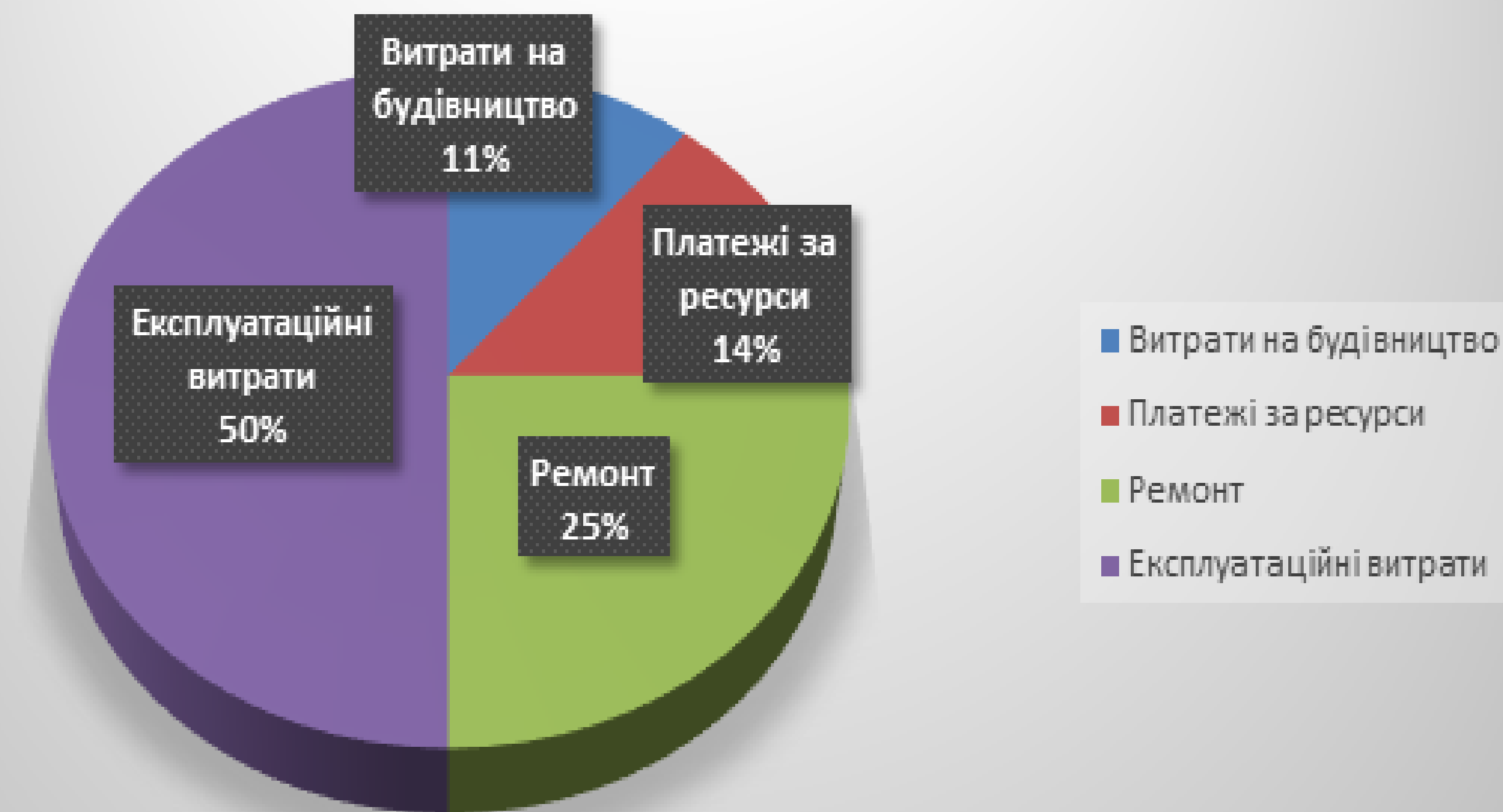
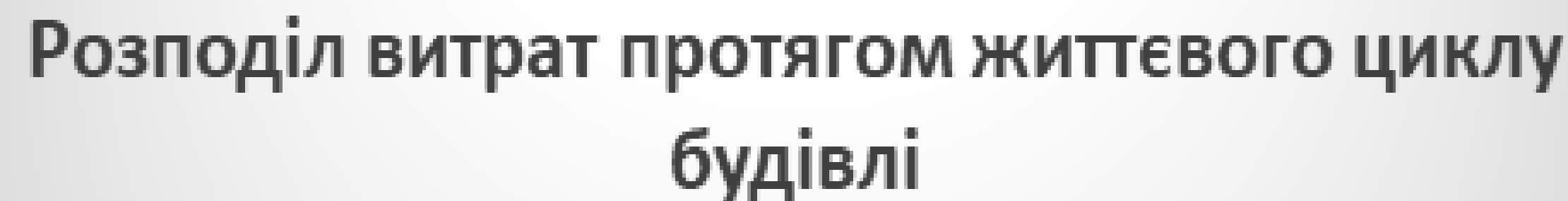


Рис. 1.1 - Розподіл витрат протягом життєвого циклу будівлі

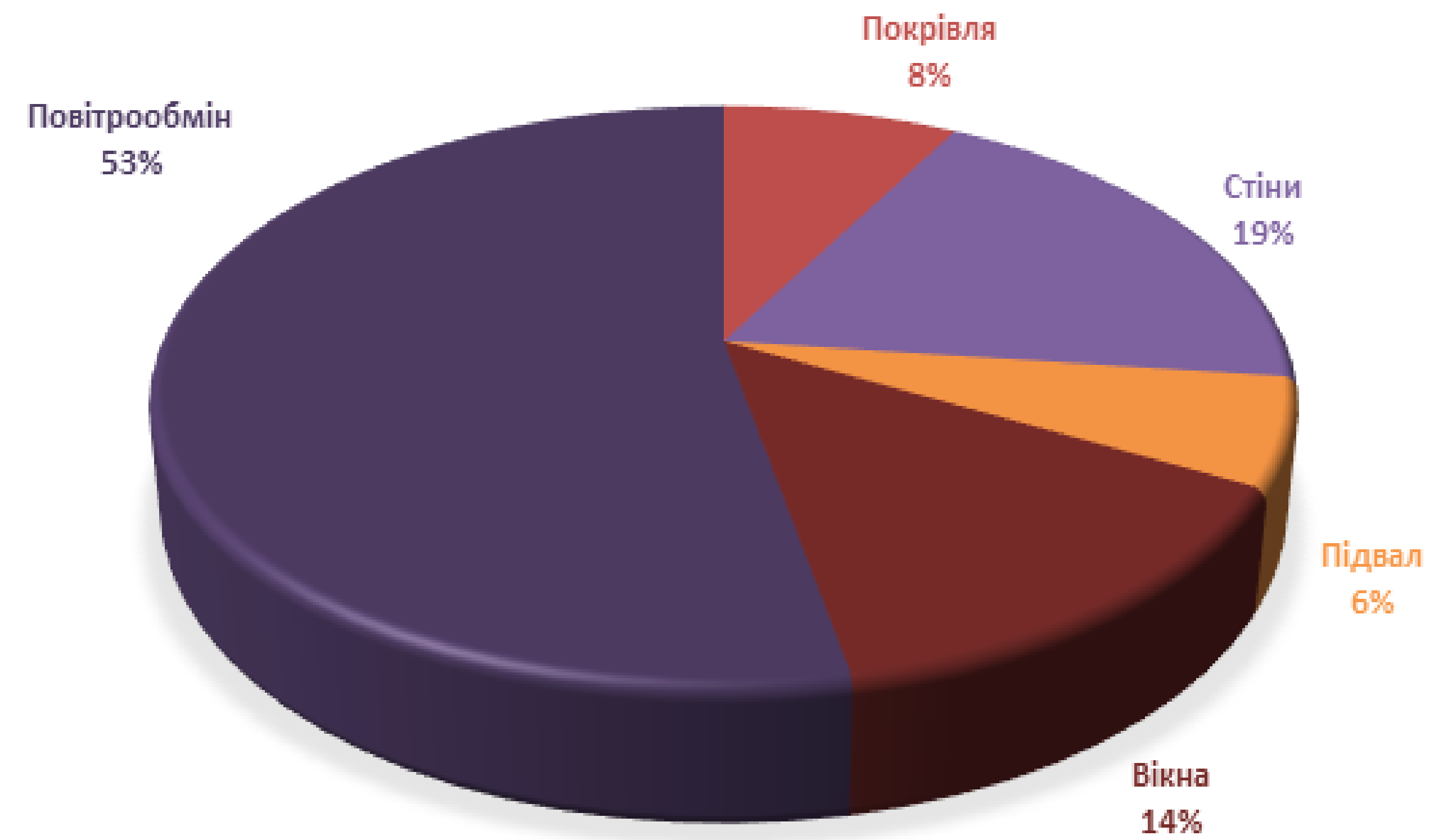


Рис. 1.2 - Розподіл втрат тепла у будівлі

						08-11МКР.004-Н		
						м. Вінниця		
	</							

Оцінка теплоакумулюючих властивостей будівельних матеріалів огорожувальних конструкцій

Теплоакумулююча здатність огорож визначається питомою теплоємністю будівельних матеріалів, їх середньою щільністю та геометричними розмірами. Фізичний зміст теплоакумулюючої здатності огорожувальної конструкції полягає у можливості накопичити та утримати в 1 м2 конструкції певну кількість теплоти [36].

Для будівель, які не акумулюють сонячне випромінювання протягом дня, необхідно відшкодовувати ці втрати за рахунок роботи системи опалення або інших інженерних систем. Наявність інженерних комунікацій, конструктивні особливості будівлі впливають на час остигання. Процес остигання різних будівель [41] представлений на рисунках 1.3-1.5.

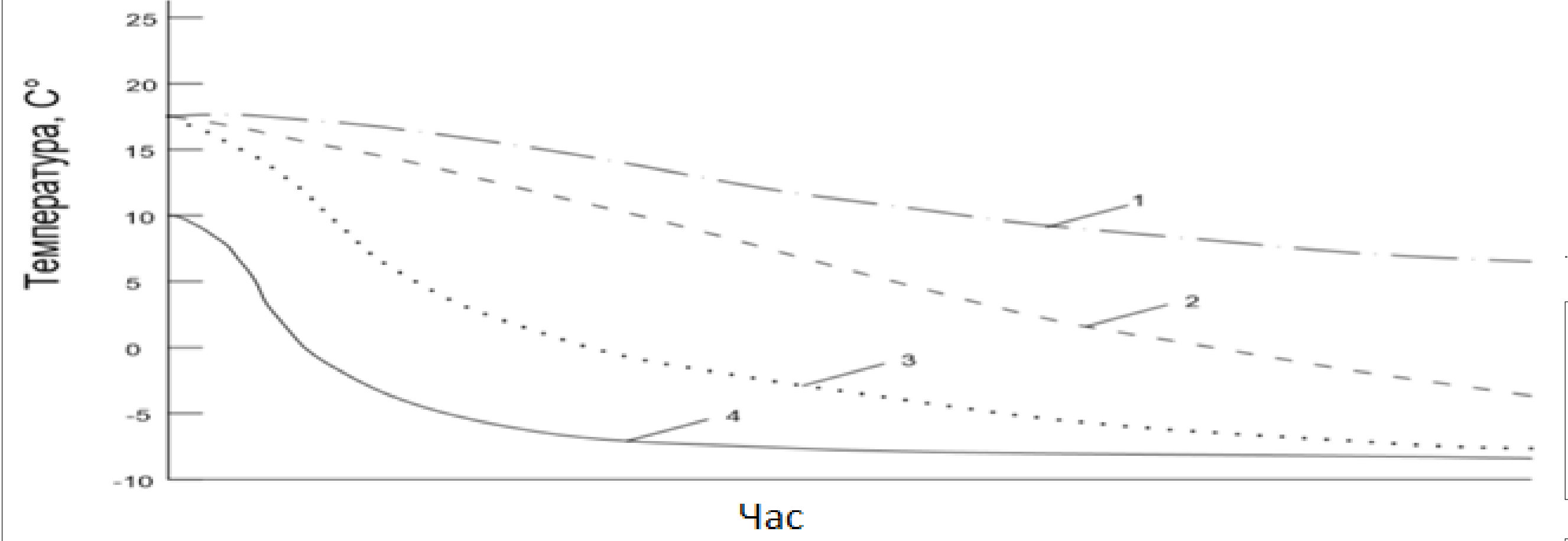


Рис. 1.3 - Вплив зменшення зовнішнього повітря на зміну температури повітря всередині будівель різних типів за відсутності додаткових джерел теплової енергії:
1 - повітря всередині масивної будівлі, заглибленої та частково покритої ґрунтом; 2 - повітря всередині масивної будівлі із зовнішньою ізоляцією;
3 - повітря легкої будівлі з дерев'яним каркасом; 4 - зовнішнє повітря

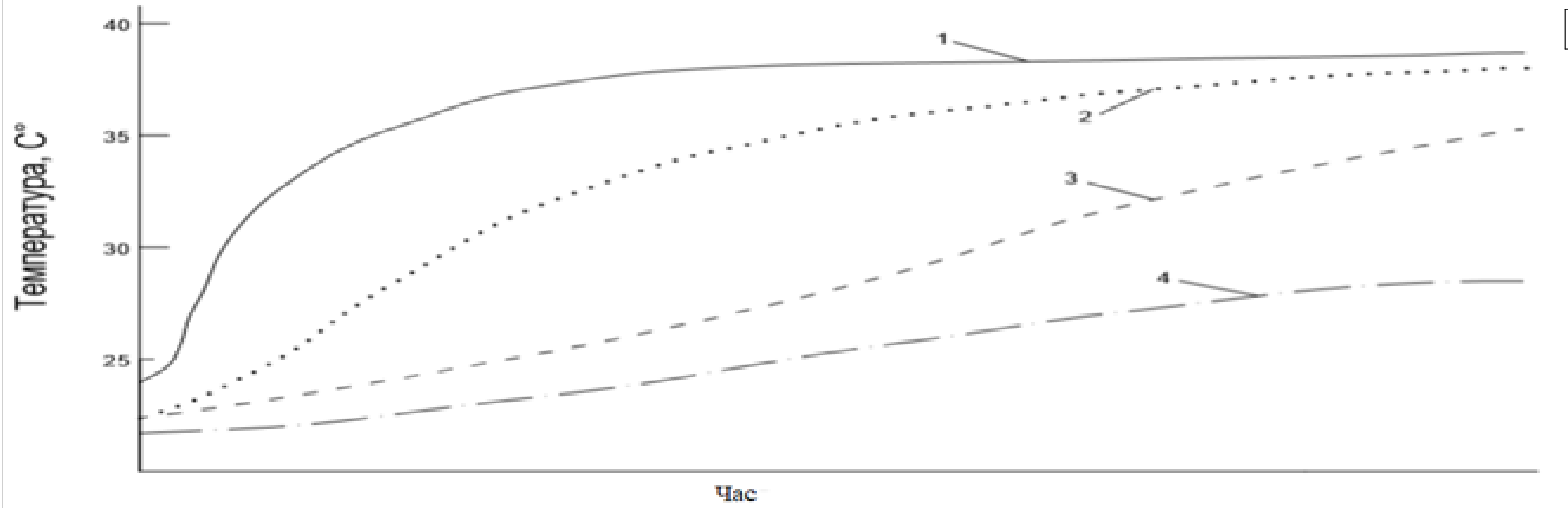


Рис. 1.4 - Вплив підвищення температури зовнішнього повітря на температуру повітря всередині будівель різних типів за відсутності додаткового джерела енергії для охолодження приміщень:
1 - зовнішнє повітря; 2 - повітря усередині легкої будівлі з дерев'яним каркасом; 3 - повітря всередині масивної будівлі із зовнішньою ізоляцією; 4 - повітря всередині масивної будівлі, заглибленої та частково покритої ґрунтом.

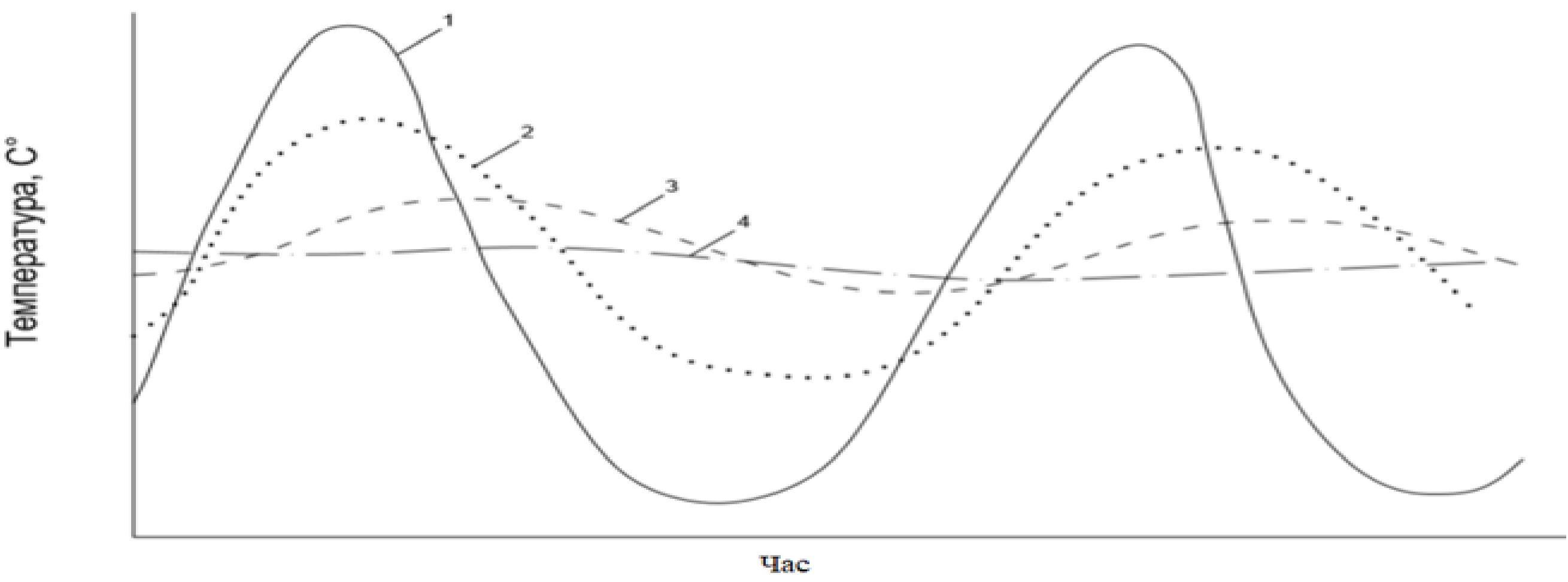


Рис. 1.5 - Вплив коливань температури зовнішнього повітря на температуру повітря всередині будівель різних типів за відсутності додаткового джерела енергії для обігріву або охолодження приміщень: 1 - зовнішнє повітря; 2 - повітря усередині легкої будівлі з дерев'яним каркасом; 3 - повітря усередині масивної будівлі із зовнішньою ізоляцією; 4 - повітря всередині масивної будівлі, заглибленої та частково покритої ґрунтом.

Виходячи з отриманих графіків при зміні температури зовнішнього повітря швидкобудуюемі і масивні споруди негайно реагують на перепад зовнішньої температури. Капітальні будівлі та споруди, що мають несучі конструкції з цегли та бетону за рахунок вищої акумулюючої здатності, менше схильні до перепадів температури. Споруда, прибудована однією частиною до земельної ділянки або вкрита шаром землі, реагує на коливання температури зовнішнього повітря ще меншою мірою. У таблиці 1.2 наведено основні теплофізичні характеристики матеріалів, здатних акумулювати сонячну енергію.

Таблиця 1.2 - Теплофізичні характеристики матеріалів					
Речовина	Густина кг/м³	Теплоакумулююча здатність ч/(м³*°C)	Відносна теплоакумулююча здатність	Теплопровідність Вт/(м*°C)	Відносна теплопровідність
Вода	1000	1,6	1,00	0,55	1,00
Сталь	7850	1,00	0,86	45,3	82,36
Природний камінь	2240	0,58	0,5	1,43	2,60
Бетон	2300	0,53	0,46	1,65	3,00
Суцільна цегла	1800	0,46	0,40	0,66	1,2
Гравій, пісок	1600	0,37	0,32	0,39	0,70
Ґрунт	Сухий			0,85	1,55
	Вологий			0,67	1,16

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ЕКСПЕРИМЕНТ (ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СТІНОВОЇ СОНЯЧНОЇ ПАНЕЛІ)

Отримані теоретичні відомості, а також їх експериментальне підтвердження дозволили розробити енергоефективну зовнішню конструкцію, що захищає.
Пропонований сонячний тепловий колектор (рисунки 2.6, 2.7)

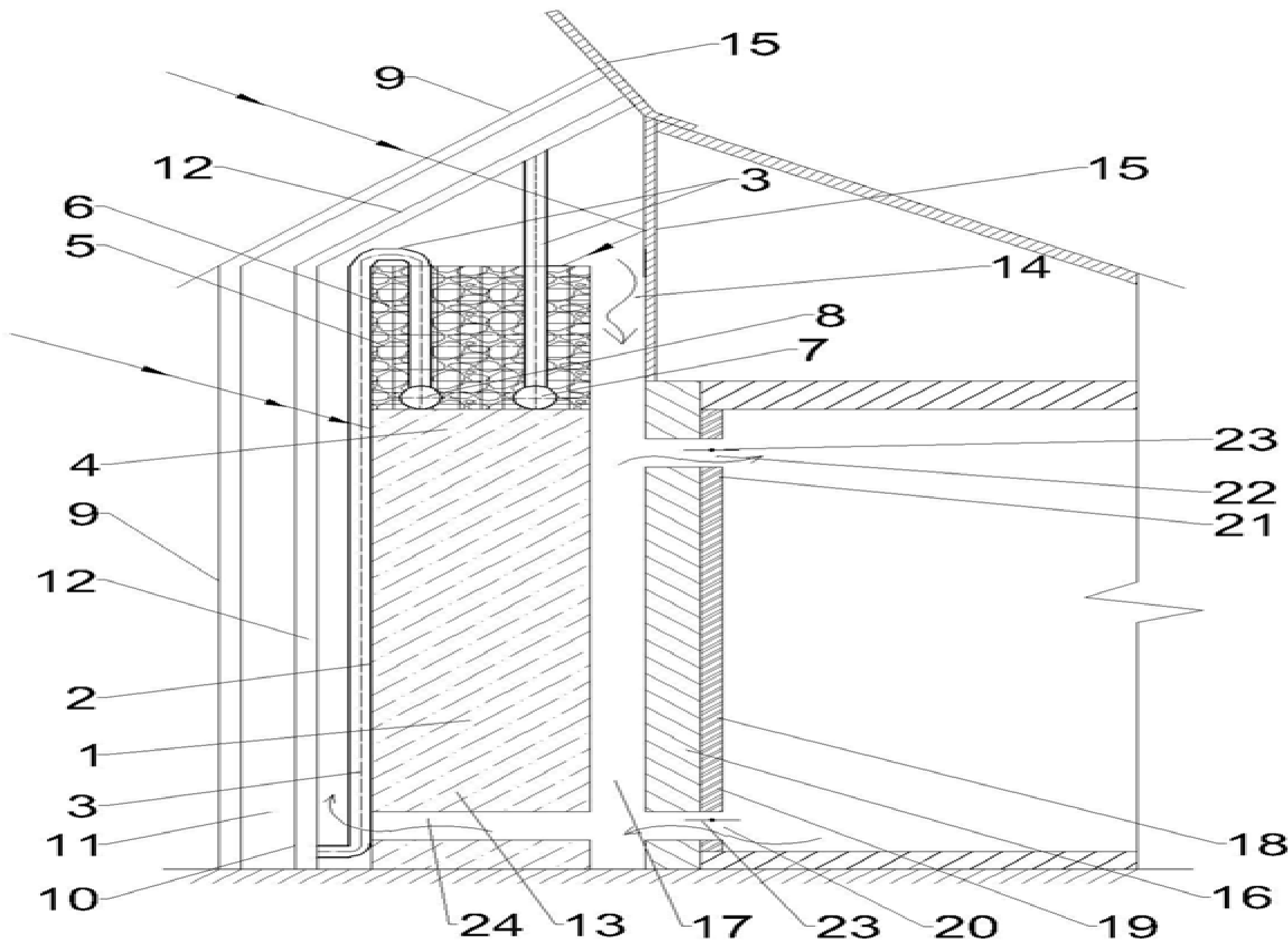


Рис. 2.6 - Сонячний тепловий колектор

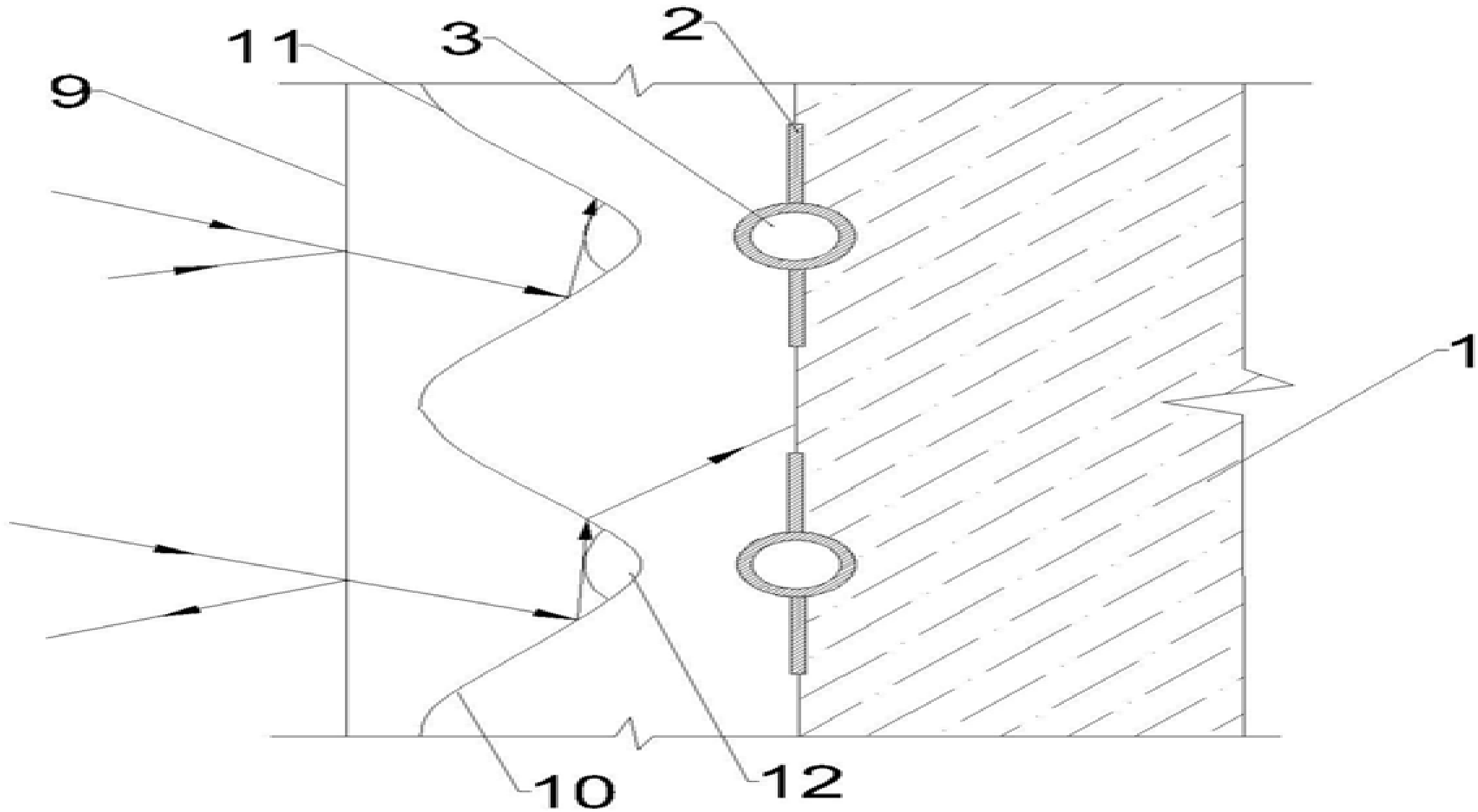


Рис. 2.7 - Розріз пропонованої стінової панелі

Для перевірки практичних і теоретичних припущень скористаємося прикладною програмою Temper-3D 6. Це графічна програма для обчислення полів температур конструкцій, що огорожують, методом кінцевих елементів. Як кінцевий елемент використовується восьмивузловий ізопараметричний кінцевий елемент з трилінійним розподілом температури. Максимально можлива кількість вузлів кінцево-елементної мережі до 8 млн.

Обчислення в Temper-3D дозволяють визначити: вид і товщину утеплювача, що закладається в зовнішню огорожу з відсутністю його промерзання; значення термічного опору цілої конструкції, необхідного надалі визначення потужності опалювальних приладів; температуру у кожній частині конструкції; наявність чи відсутність конденсату лежить на поверхні зовнішнього огородження.

Як відомо, при енергоефективному проектуванні необхідне утеплення для відсутності промерзання стін. Звідси випливає ціла низка питань про точну його товщину та вид, які дозволять запобігти негативним наслідкам, у тому числі утворення вологи всередині стін тощо.

Аналіз розробленої чотиришарової зовнішньої огорожувальної конструкції виконувався на прикладі моделювання стіни у програмі Temper. Огорожа «вміщується» в кліматичні умови трьох міст: Херсон, Харків, Тромсе (Норвегія). Вихідні дані для внесення до програми наведено у таблиці 2.2 та таблицю 2.3. Варіант досліджуваної конструкції показано рисунку 2.8.

Таблиця 2.2 –Вихідні дані

Місто	$t_{\text{вн}}^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{вн}}^{\circ}\text{C}$	$\alpha_{\text{вн}} \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{K})$	$\alpha_{\text{вн}} \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{K})$
1	2	3	4	5
Херсон	-5	22	8,7	23
Харків	-24	22		
Тромсе (Норвегія)	-34	22		

Таблиця 2.3 – Параметри зовнішнього огородження стіни

Найменування	λ	δ	C_p	ρ
	$\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{K})$	м	$\text{кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$	$\text{кг}/\text{м}^3$
1	2	3	4	5
Подвійний склопакет	0,8	0,03	0,84	2500
Повітряний прошарок	0,026	0,01	1,97	1,27
Залізобетон	1,8	0,1	0,84	2500
Мінеральна вата	0,025	0,1	1,46	30

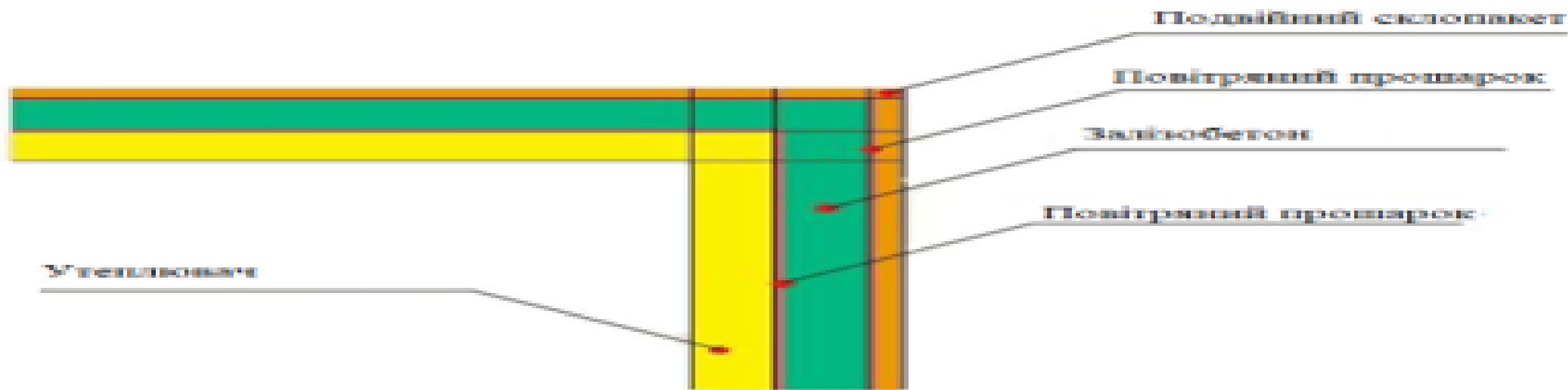


Рис 2.8 – Шари зовнішнього огородження

08-11МКР.004-Н							М. Вінниця		
Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		Рациональні інженерно-технічні рішення з улаштування огорожувальних конструкцій житлової будівлі	Сторінка	Архив
Розробив	Харків	Лист	№ док.	Підпис	Дата		Експериментальне дослідження стінової сонячної панелі	п	4
Перевірив	Харків	Лист	№ док.	Підпис	Дата				
Керівник	Харків	Лист	№ док.	Підпис	Дата				
Нач. контролю	Харків	Лист	№ док.	Підпис	Дата				
Опонував	Харків	Лист	№ док.	Підпис	Дата				
Затвердив	Харків	Лист	№ док.	Підпис	Дата				

ВИСНОВКИ ПО НАУКОВІЙ ЧАСТИНІ

Висновок по 1 розділу

Виконаний аналіз технічних рішень щодо підвищення енергоефективності будівель дозволив зробити такі висновки:

- енергія сонця, як повсюдно доступне джерело, є найбільш перспективною для підвищення теплової ефективності будівництва та ЖКГ;

- для ефективної та маловитратної утилізації сонячної радіації доцільна розробка зовнішніх огорож з поглинаючим теплоакумуючим шаром, застосовних для кліматичних умов України;

За підсумками першого розділу сформульовано завдання дослідження. Необхідно виконати аналіз існуючих способів підвищення енергетичної ефективності зовнішніх огорож для розробки нової математичної моделі, що враховує поглинаючі та теплоакумуючі властивості будівельних матеріалів під впливом сонячного випромінювання. На основі результатів дослідження доцільно запропонувати конструктивне рішення зовнішньої огорожі будівлі з теплоакумуючим шаром, економічно доцільним у певних регіонах будівництва.

Висновок по 2 розділу

1. Проведені експериментальні дослідження довели незаперечну перевагу з погляду підвищення енергоефективності будівель застосування інтегрованих у фасади сонячних панелей.

2. Застосована методика випробувань підтвердила заявлені теплозахисні та теплоакумуючі характеристики енергоактивної стінової панелі в реальних експлуатаційних умовах.

3. На основі математичного моделювання та отриманих результатів експериментальних досліджень розроблено прикладну програму для ЕОМ, що дозволяє розраховувати теплові потоки в багат шаровій конструкції зовнішнього огородження при квазістаціонарному режимі зміни параметрів зовнішнього середовища.

Висновки по 3 розділу

На основі аналізу ресурсів сонячного випромінювання, а також існуючих способів та конструкцій його пасивної утилізації встановлено, що для кліматичних умов України використання енергоефективних зовнішніх огорож дозволяє підвищити енергоефективність будівель та споруд.

Конструювання енергоефективних зовнішніх стін передбачає розташування несучого акумулюючого шару із зовнішньої сторони під світлопрозорою огорожею та її захист від перегріву в теплий період року за допомогою рухомих жалюзі або розміщення на поглинаючій поверхні розвиненої схеми трубопроводів для гарячого водопостачання.

Останнє технічне рішення дозволяє відмовитись у літній сезон від споживання традиційної теплової енергії на гаряче водопостачання.

На основі виконаних теоретичних досліджень отримано залежності температурних режимів та теплових потоків в енергоефективних багат шарових огорожах, що враховують добові зміни сонячної радіації.

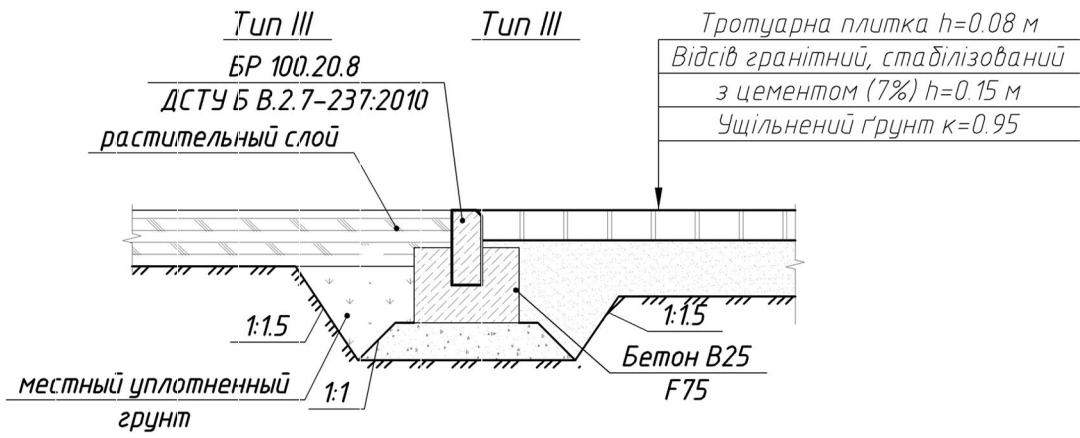
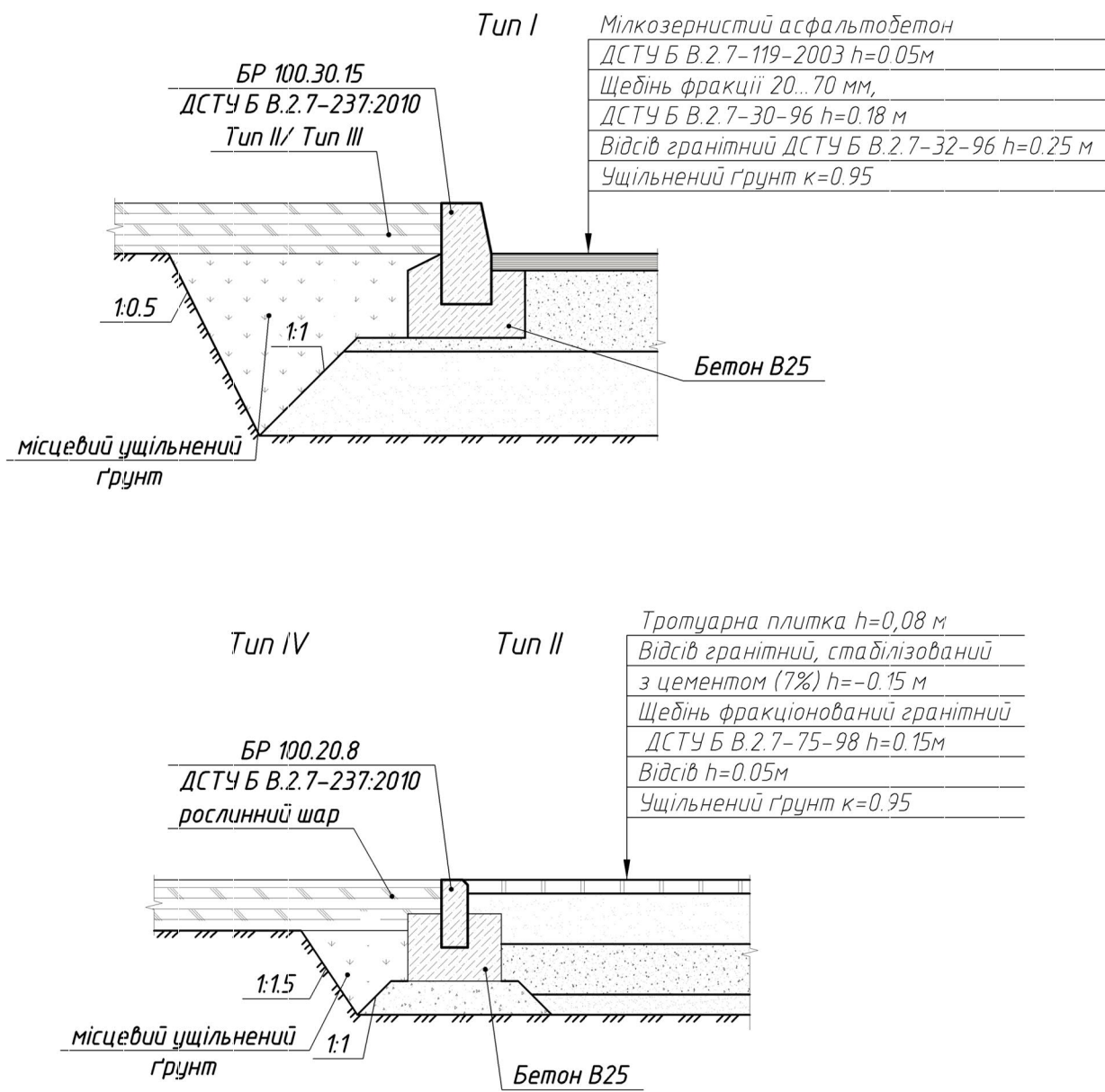
езультати математичного моделювання виявили товщину поглинаючого та акумулюючого шару, що рекомендується до проектування, яка в залежності від широти місцевості та кліматичної зони знаходиться в інтервалі від 80 до 130 мм.

Аналітичні експериментальні дослідження теплових режимів інтегрованої у фасад енергоефективної панелі показали, що за сонячної погоди та низьких негативних температур зовнішнього повітря фіксується постійне надходження тепла до приміщення, що кількісно змінюється протягом доби.

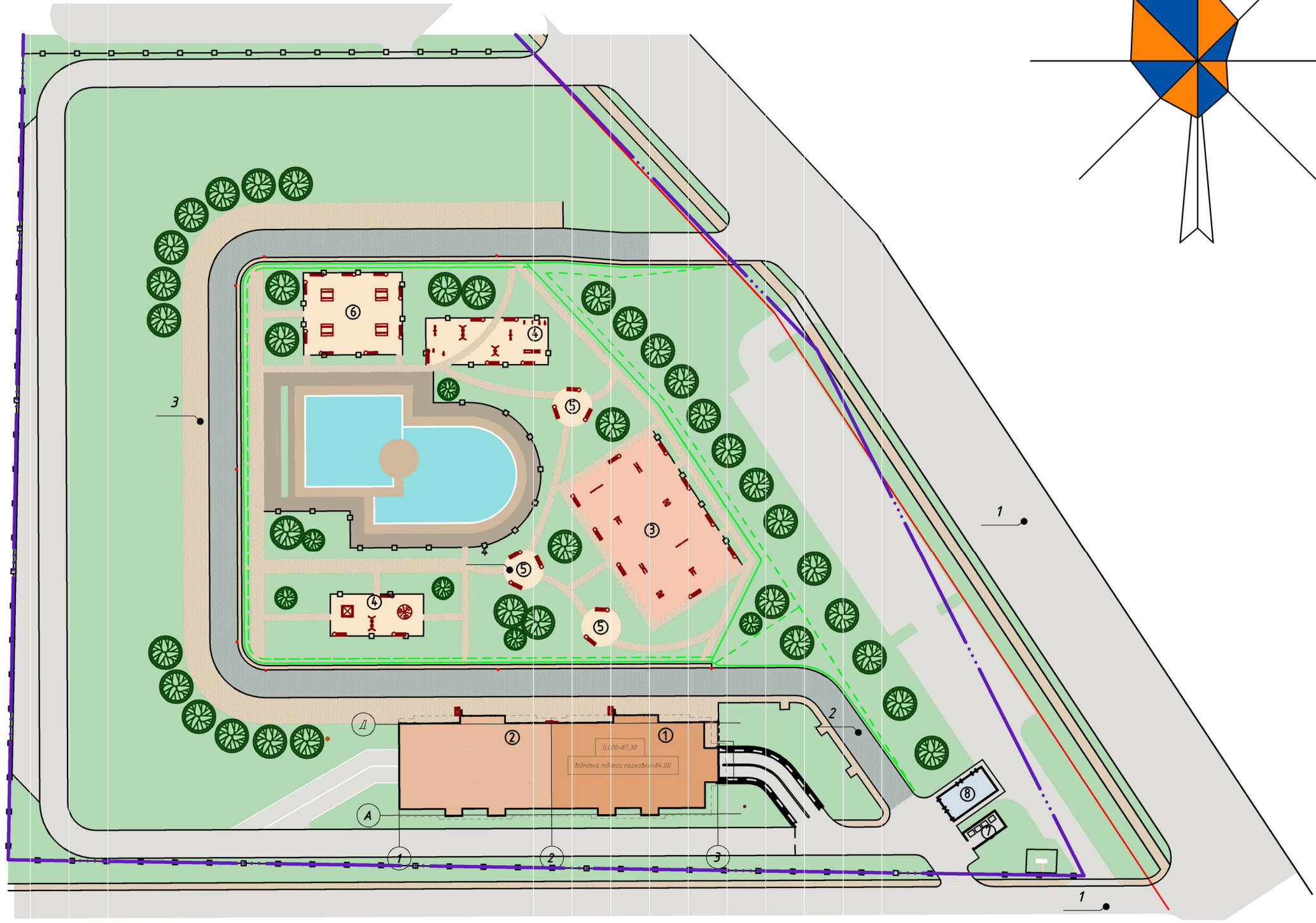
						08-11МКР.004-Н		
						м. Вінниця		
Зм.	Київ.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	Рациональні інженерно-технічні рішення з улаштування огорожувальних конструкцій житлової будівлі		
Розробив	Голок А.В.							
Перевірив	Христюк О.В.					Сторін	Аркш	Аркциф
Керівник	Христюк О.В.					п	5	10
Нач. контроль	Кучеренко Л.В.					Висновки по науковій частині		
Опозначит	Слобод О. В.							
Затвердив	Швець В. В.							
						ВНТУ, зр. 16М-23м		



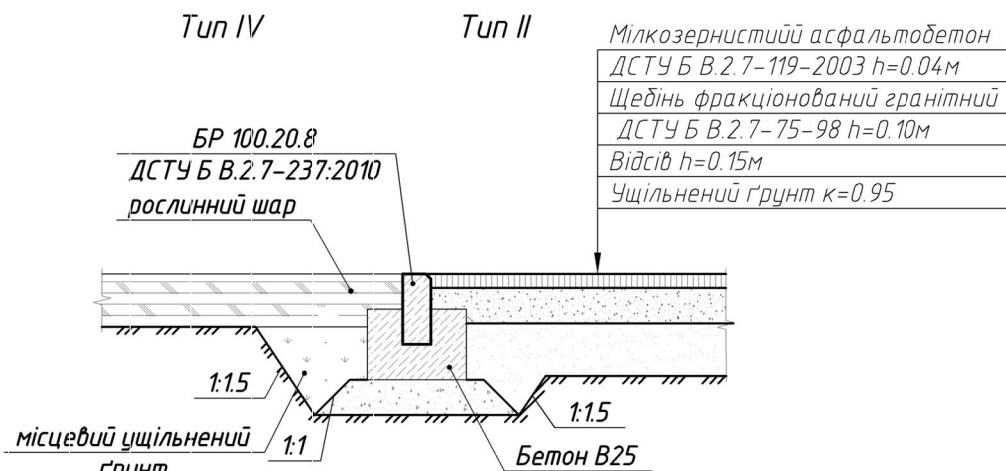
4 поверховий житловий будинок з вбудованим паркінгом та технічними приміщеннями на 24 квартири



ГЕНПЛАН (1:800)



ФАСАД 1-11 (1:100)



ЕКСПЛІКАЦІЯ ДО ГЕНПЛАНУ

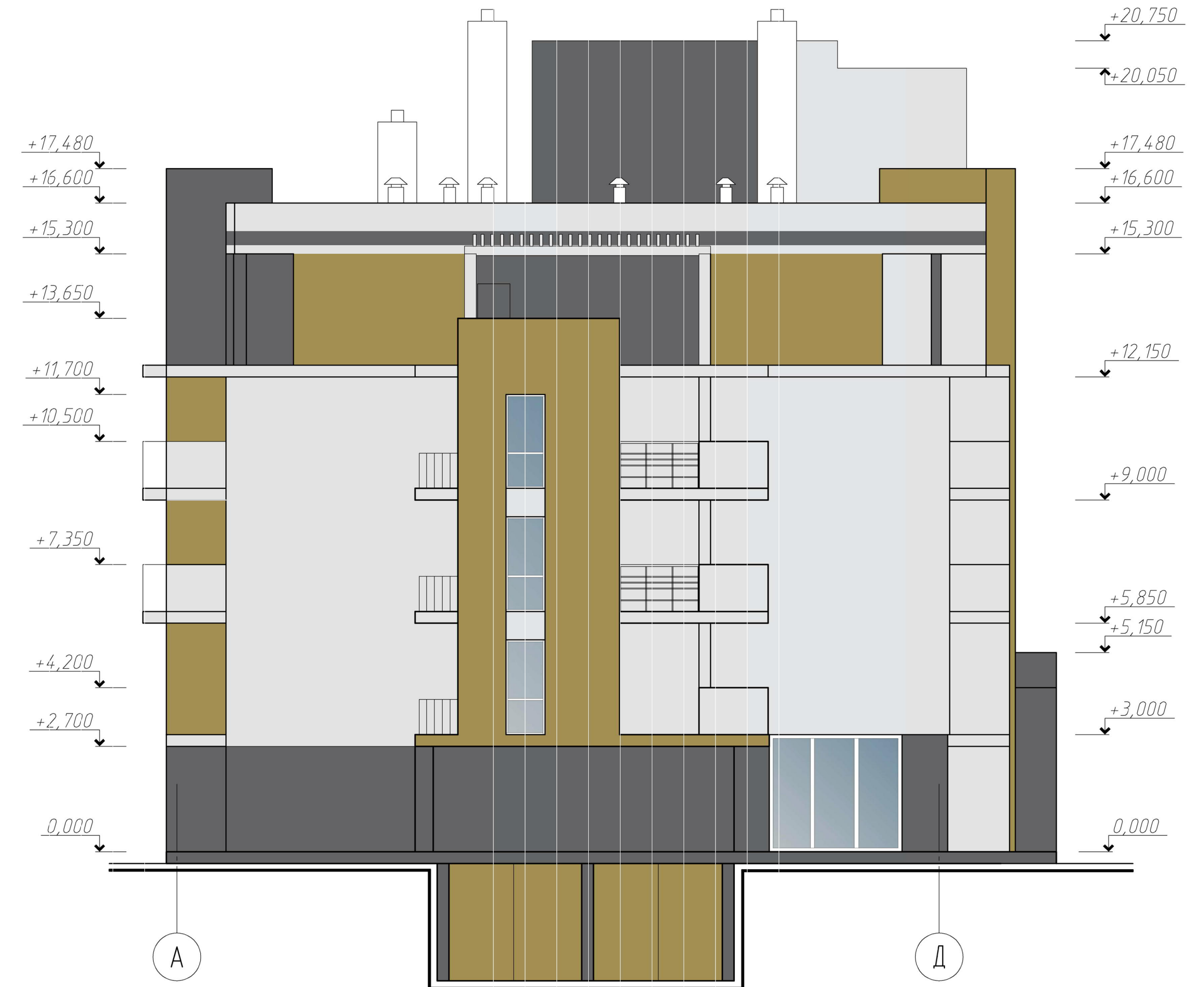
№	Найменування	Площа, м2	Примітки
1	4 поверховий житловий з паркінгом буд. на 24 кв.	648.24	Проектований
2	Житловий будинок	625	Проектований
3	Спортивний майданчик	77.5	Проектований
4	Дитячий майданчик	44.7	Проектований
5	Майданчик для відпочинку дорослих	10.1	Проектований
6	Господарський майданчик	37.4	Проектований
7	Сміттєзбірник	3.3	Проектований
8	Майданчик для відпочинку дорослих	10.1	Проектований

08-11МКР.004-АР					
м. Вінниця					
Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата
Розробив	Григор'єв А.В.				
Перевірив	Христюк О.В.				
Керівник	Христюк О.В.				
Норм. контроль	Мичеренко Л.В.				
Опонував	Слободан О.Ю.				
Затвердив	Шевченко В.В.				
Рациональні інженерно-технічні рішення з улаштування огорожувальних конструкцій житлової будівлі				Стор. 1	Аркш. 6
Фасад 1-11, генплан, експлікація до генплану, тип I, тип II, тип III, тип IV				ВНТЧ, зр. 15М-23м	

ФАСАД 11-1 (1:100)

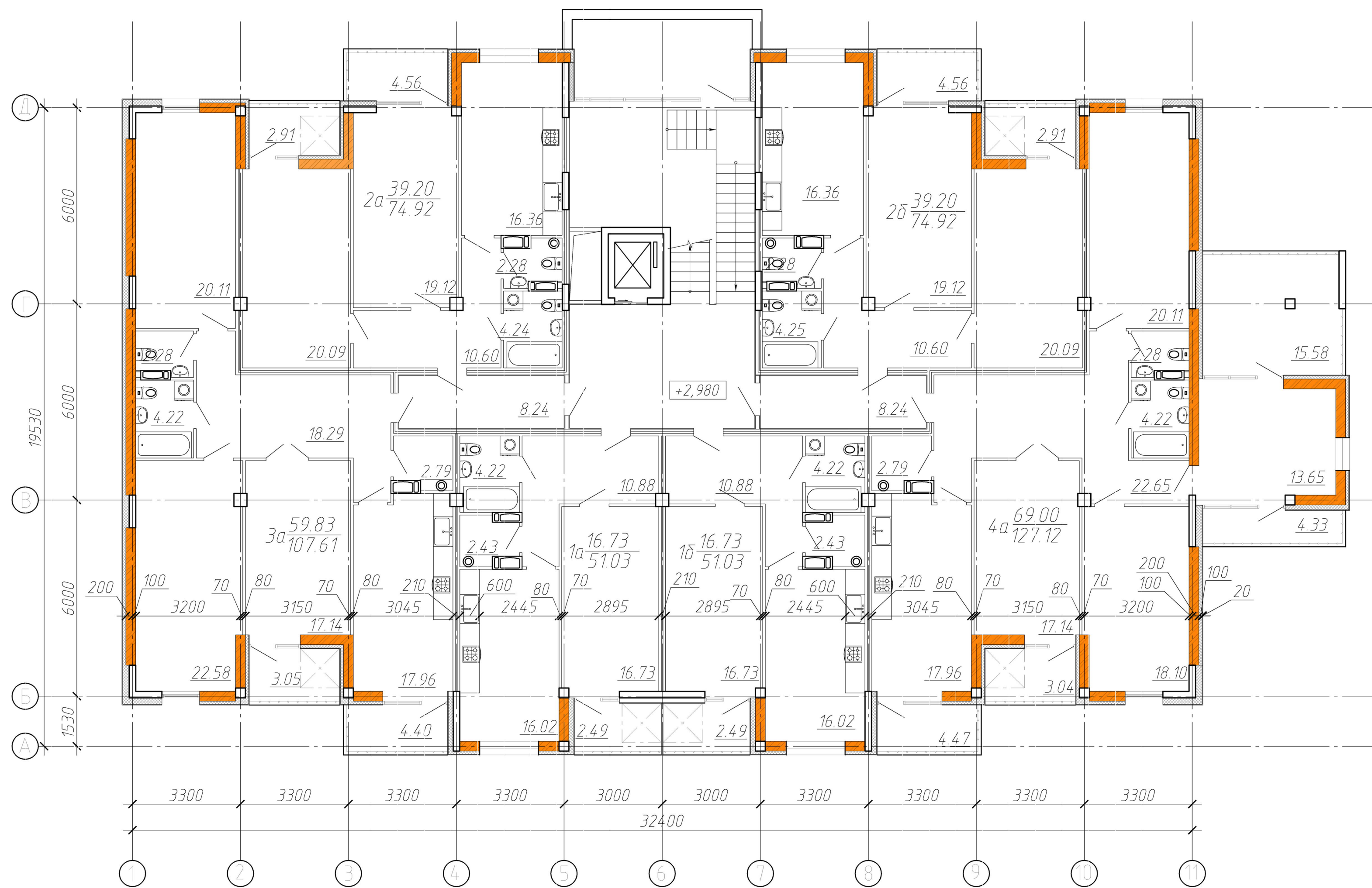


ФАСАД В ОСЯХ А-Д (1:100)

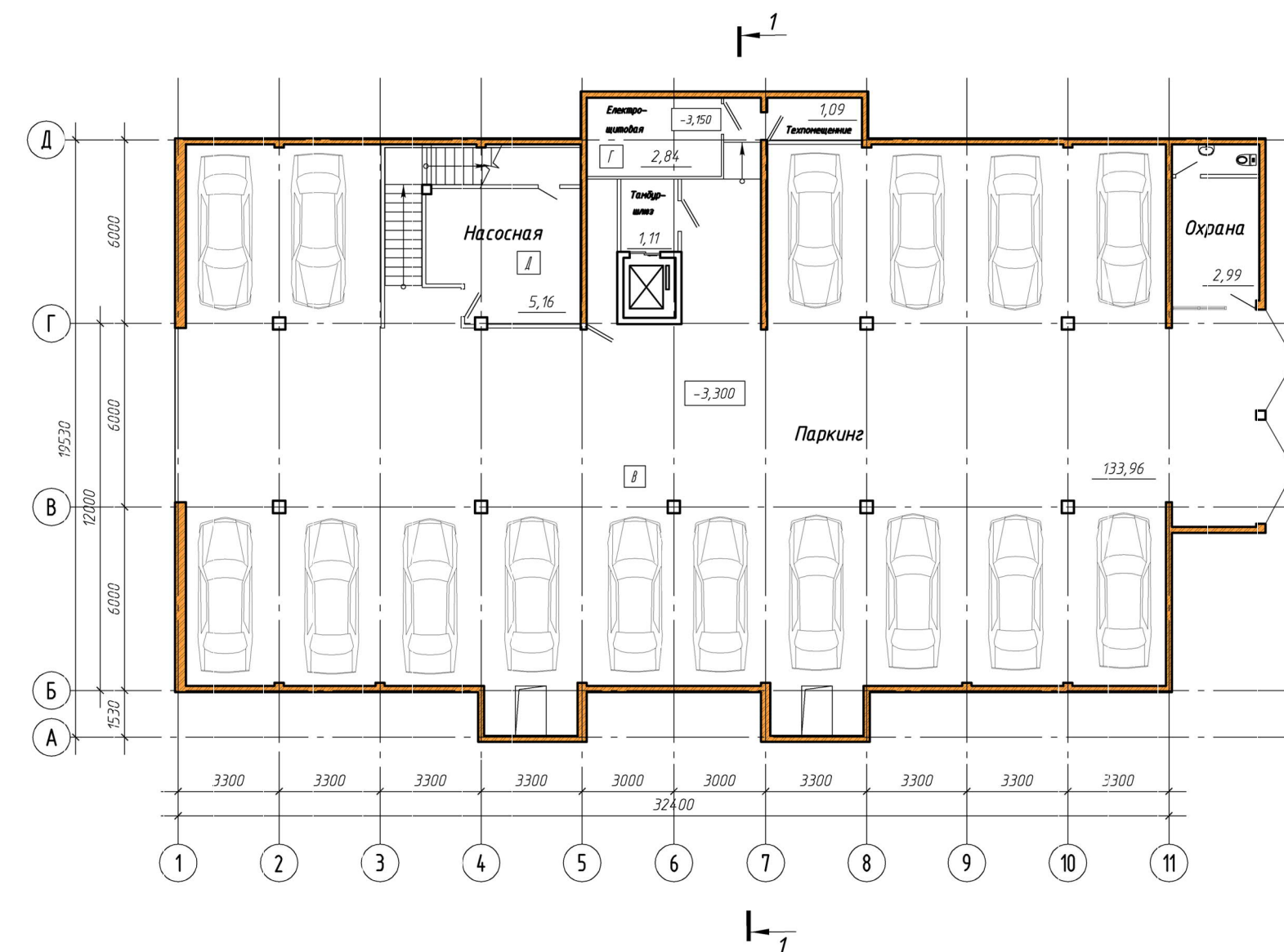


ПЛАН ПЕРШОГО ПОВЕРХУ (1:100)

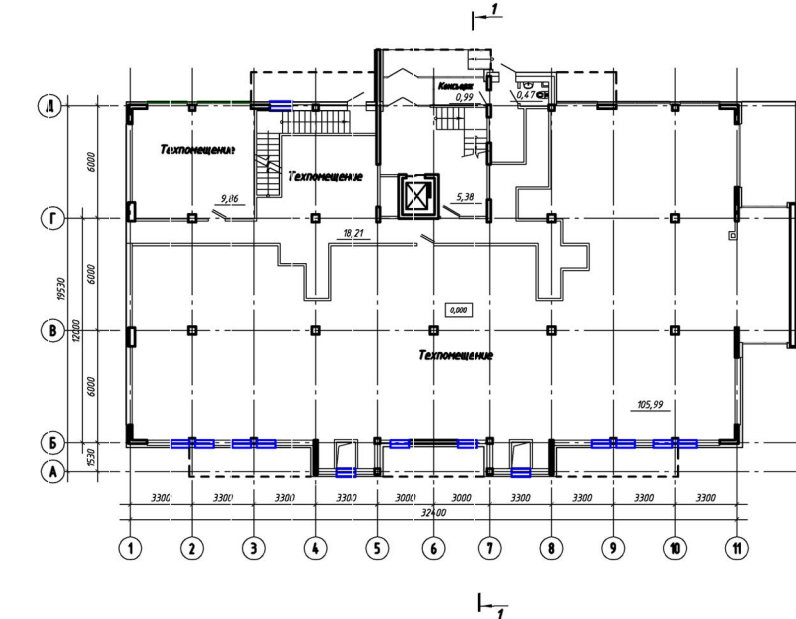
1-1



ПЛАН ПАРКІНГУ (1:200)

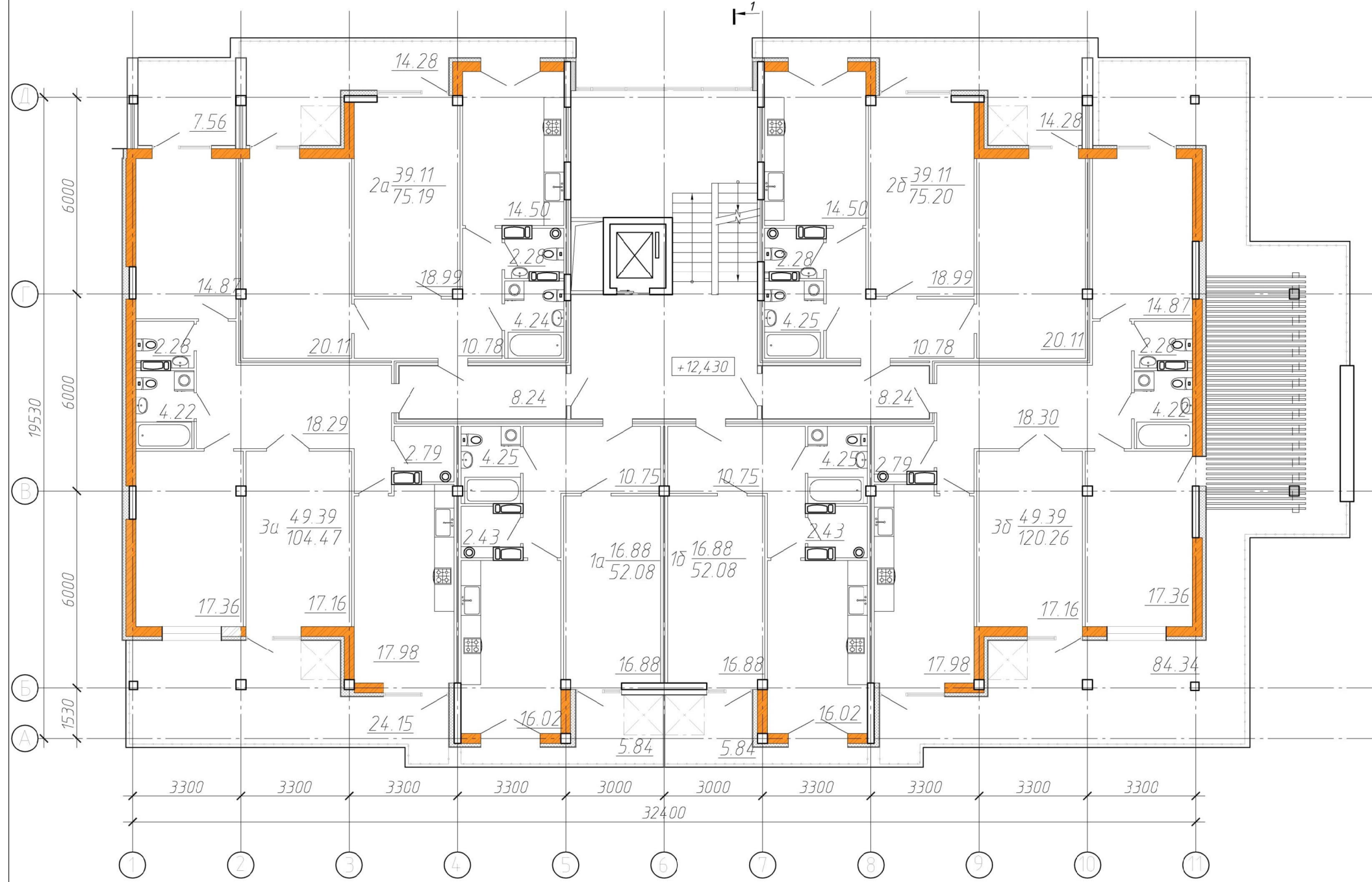


ПЛАН ТЕХНІЧНОГО ПОВЕРХУ (1:400)

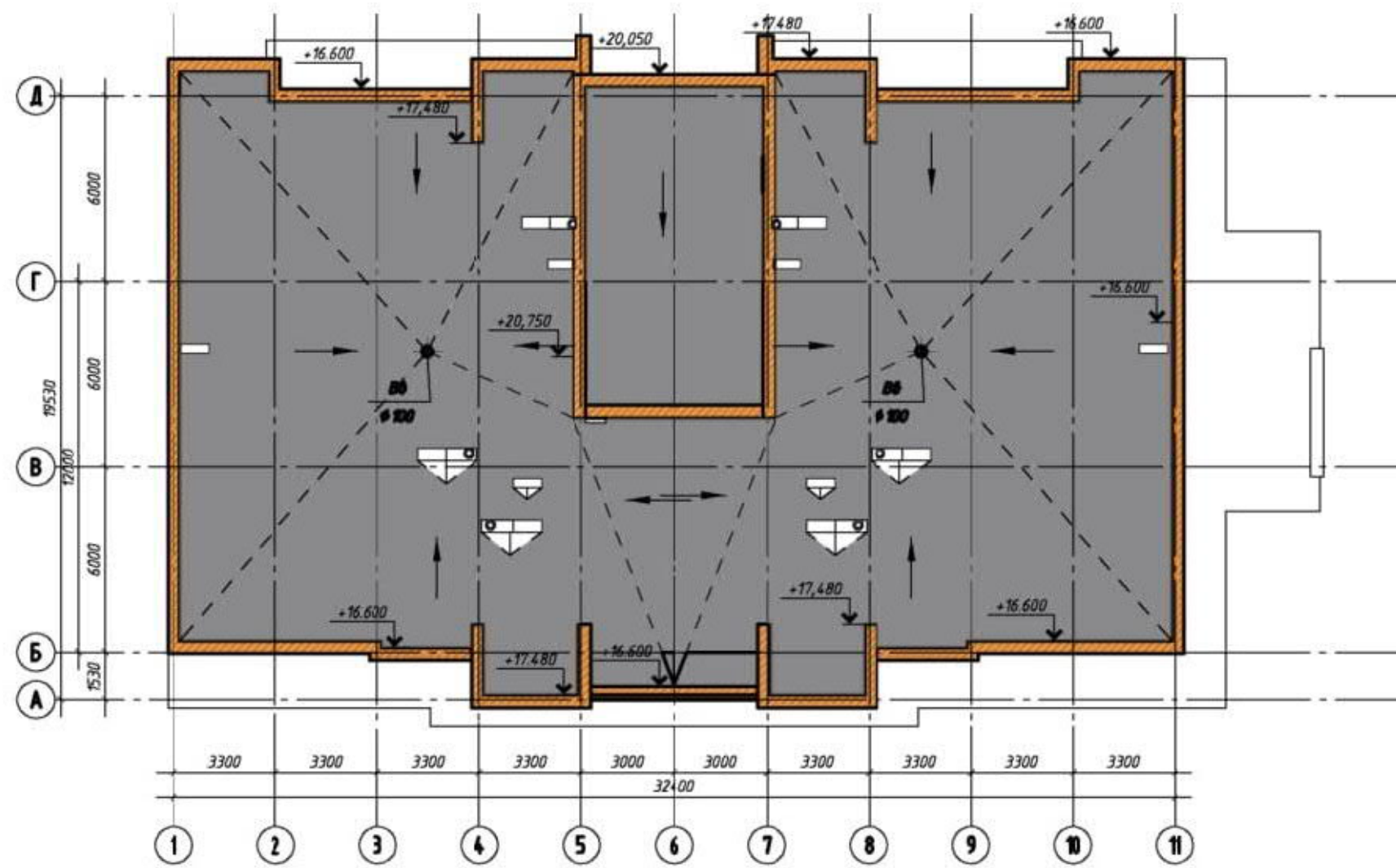


08-11МКР.004-АР						м. Вінниця		
Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	Рациональні інженерно-технічні рішення з улаштування огорожувальних конструкцій житлової будівлі		
Розробив	Ткач А.В.							
Перевірив	Христюк О.В.							
Керівник	Христюк О.В.							
Норм. контроль	Мичеренко Л.В.							
Опонував	Слобож О.Ю.							
Затвердив	Шевць В.В.					Фасад 11-1, фасад в осях А-Д, план першого поверху, план паркінгу, план технічного поверху.		
						Стрля	Архш	Архш
						п	7	10
						ВНТЧ, зр. 15М-23м		

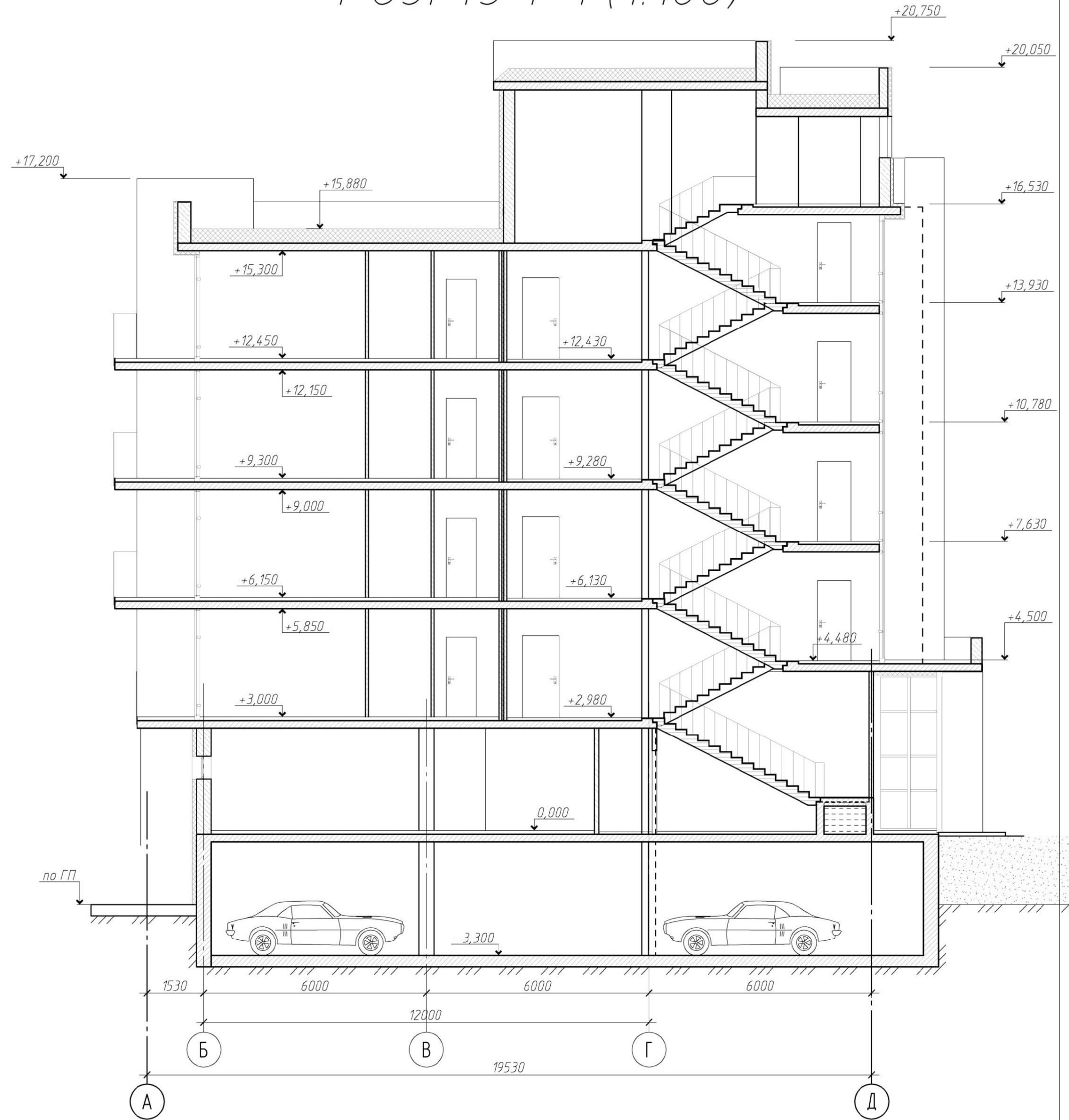
ПЛАН ЧЕТВЕРТОГО ПОВЕРХУ (1:100)



ПЛАН ПОКРІВЛІ (1:400)

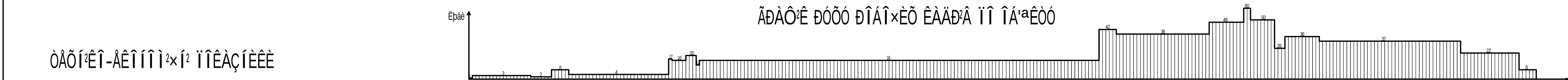
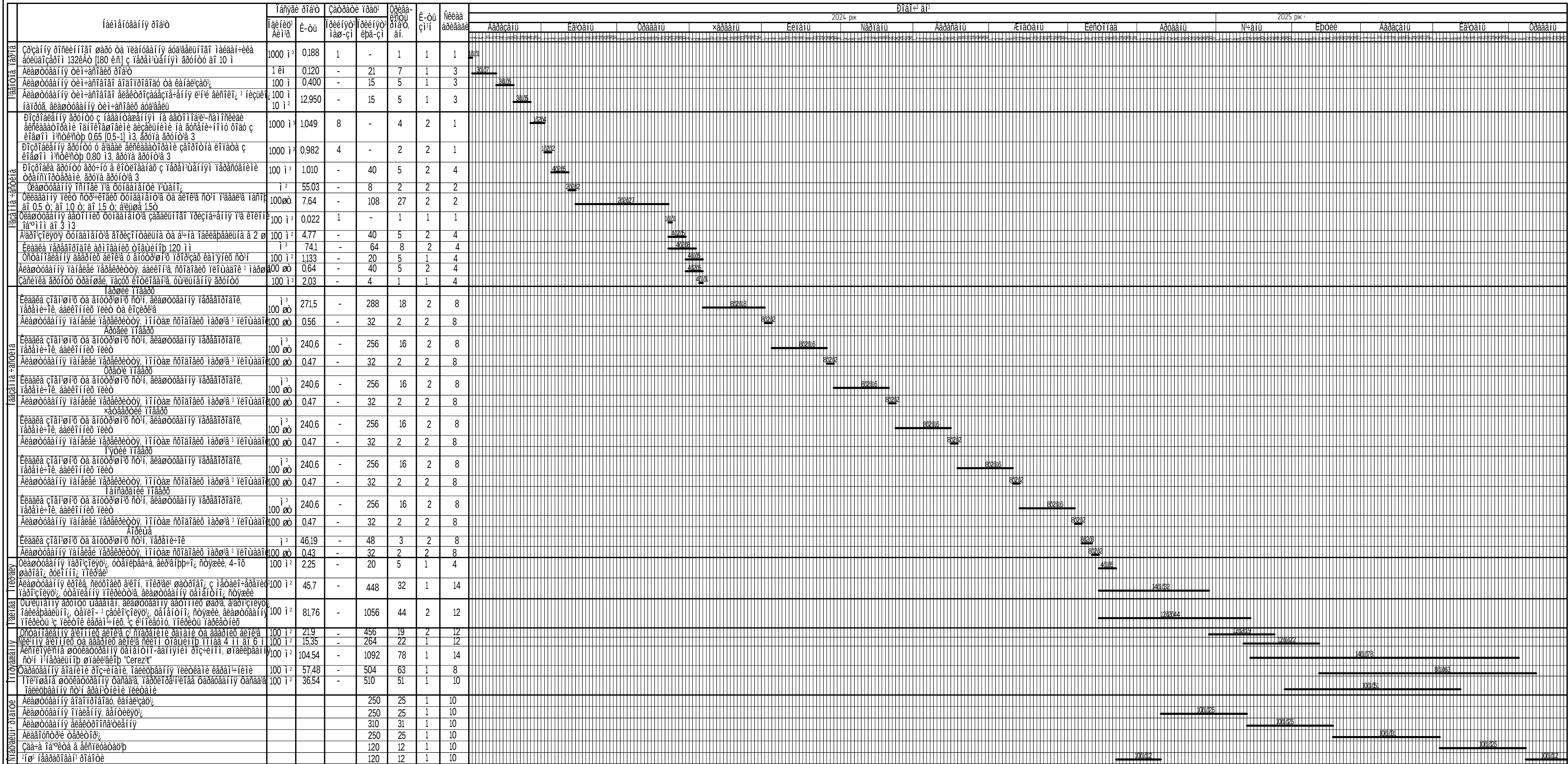


P03P13 1-1 (1:100)



						08-11.МКР.004-АР			
						м. Вінниця			
Зм.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				
Розробив		Гіжа А.В.				Рациональні інженерно-технічні рішення з улаштування огорожувальних конструкцій житлової будівлі	Стадія	Аркш	Аркшів
Перевірив		Христич О.В.					П	8	10
Керівник		Христич О.В.							
Норм. контроль		Кучеренко Л.В.							
Опанент		Слібак О. Ю.				План четвертого поверху, розріз 1-1, план покритті	ВНТУ, зр. 1БМ-23м		
Затвердив		Швець В. В.							

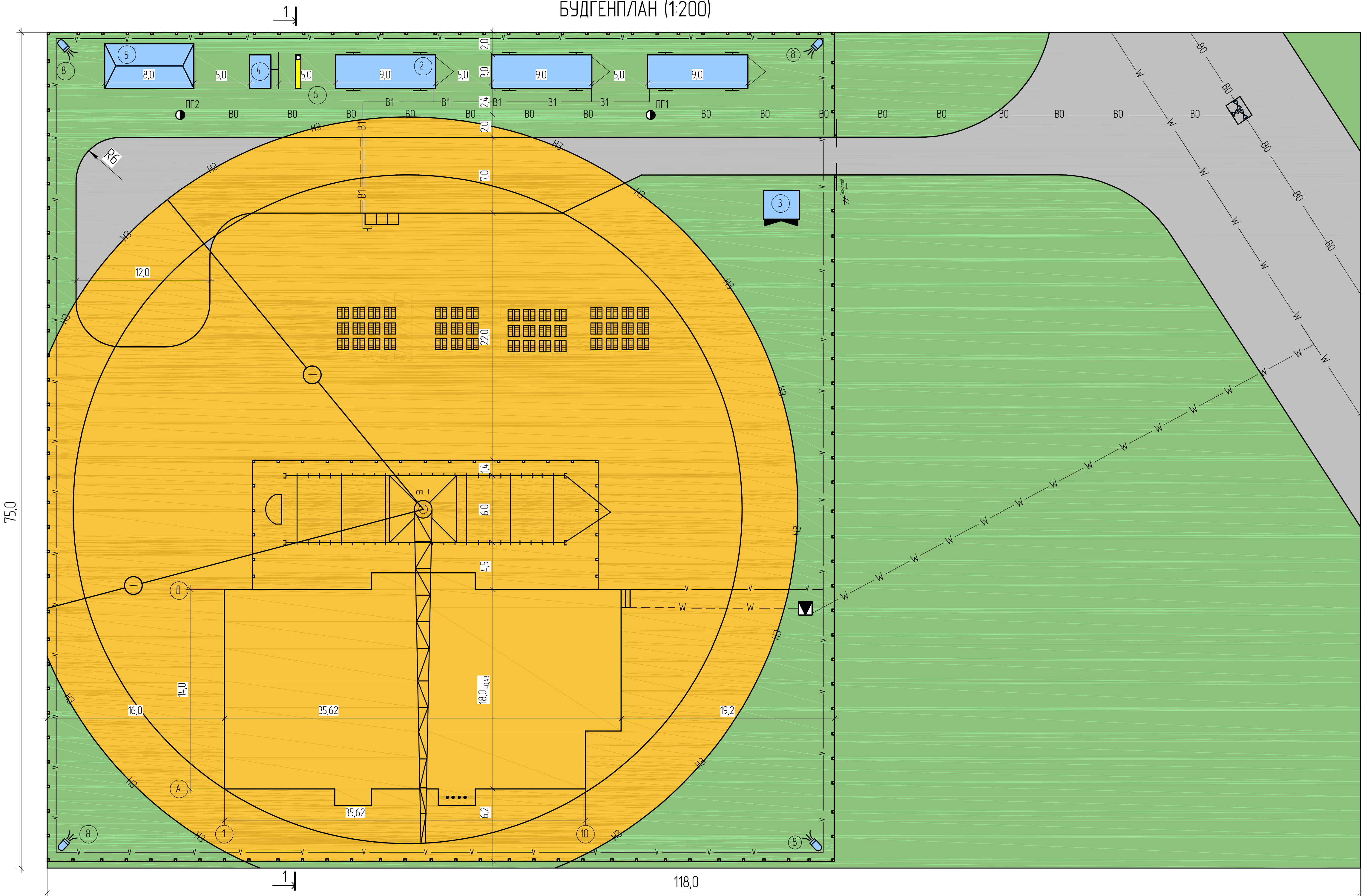
ÊÀËẢÍÄÀÐÍÊÊ ÆÐÀÔ²Ê ÂÈÊÎÍÀÍÍΒ ÐÎÁ²Ò



1	fàçaa iṛeaciṛee	iṛeaciṛe aetiṛo	iṛeaciṛee	
			iṛiaaṛi	iṛeaciṛe
1	Òṣaṣeṛoṣi ṣaṣaṛiṛoṣi	iṛiṛo	150	155
2	Òṣaṛiṛiṛoṣiṛo ṣaṣaṛiṛi ṣaṣaṣaṛiṛo ṣiṛo	ṛ-ṛ	5514 400	5409 000
3	iṛiaṣeṣeṣiṛoṣi iṛaṣi	%	100	102
4	Ṣeṣeṣiṛo ṣiṛi-ṣe ṣiṛi ṣa ṣeṣaṣaṣiṛi iṛaṛi	ṣiṛi	- - -	319
5	iṛeṣeṣiṛi Ṣeṣeṣiṛo ṣiṛi-ṣe	ṣiṛiṛiṛe	- - -	60
6	Nṣaṣaṣiṛi iṛeṣiṛi-ṣa Ṣeṣeṣiṛo ṣiṛi-ṣe	ṣiṛiṛiṛe	- - -	37
7	Ṣiṛaṣiṛo iṛaṣaṣiṛiṛiṛo ṣoṣi ṣiṛi-ṛi, ṛeṣe	- - -	- - -	14
8	Òṣaṛiṛiṛoṣiṛo iṛi 1 i3 ṣaṣaṣe	ṛ-ṛi	0,771	0,758
9	Òṣaṛiṛiṛoṣiṛo iṛi 1 i2 ṣaṣaṣe	ṛ-ṛi	3,788	3,726
10	Ṣiṛaṣiṛo ṛiṛiṛiṛiṛi ṣiṛo	- - -	- - -	1498
11	Ṣiṛaṣiṛo ṣiṛiṛiṛi-ṣaṣo	- - -	- - -	0,332

[illegible][illegible][illegible]

БУДГЕНПЛАН (1:200)



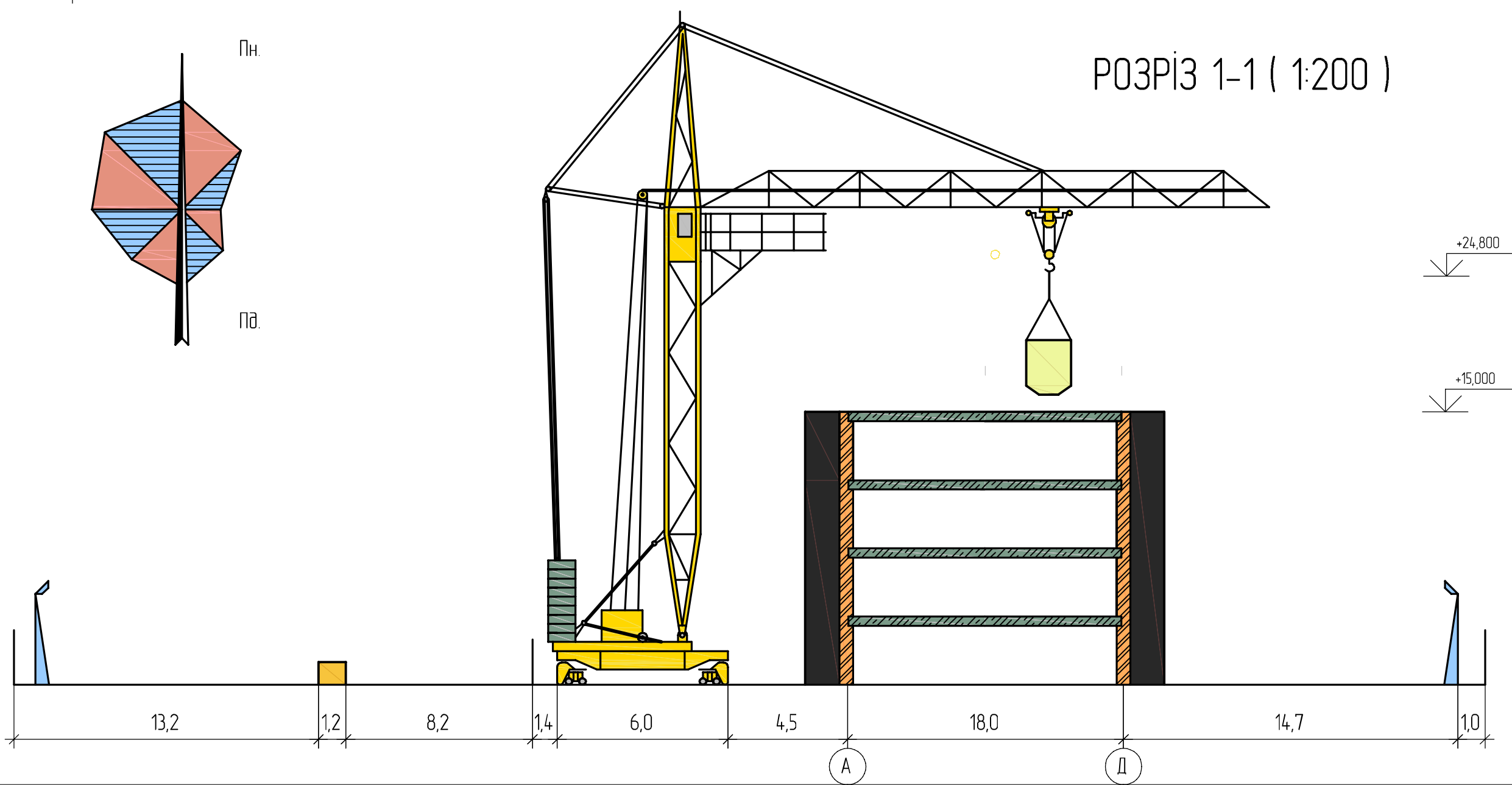
ЕКСПЛІКАЦІЯ ДО БУДГЕНПЛАНУ

№ п.п.	Найменування	Одиниці виміру	Кількість
1.	Проектуєма будівля	м ²	696
2.	Місце для прийому їжі	м ²	24,3
3.	Прохідна	м ²	6,0
4.	Туалет	м ²	6,0
5.	Закритий склад	м ²	24,3
6.	Місце для паління	м ²	6,0
7.	Трансформатор	шт	1
8.	Прожектори	шт	4

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

№ п.п.	Позначення	Найменування позначення
1.		Проектуєма будівля
2.		Тимчасовий закритий склад
3.		Заземлення підкранової колії
4.		Баштовий кран
5.		Контрольний вантаж
6.		Небезпечна зона
7.		Обмеження повороту стріли крана
8.		Місце розвантаження розчину
9.		Постійна мережа водогону
10.		Тимчасова мережа водогону
11.		Пожезний гідрант
12.		Водозбірна колонка
13.		Підключення до постійної мережі
14.		Постійна мережа електропостачання
15.		Тимчасова мережа електропостачання
16.		Мережа освітлення
17.		Трансформатор
18.		Електричний щит
19.		Прожектор
20.		Огорожа з воротами
21.		Схема руху транспорту
22.		Знак обмеження руху транспорту

РОЗРІЗ 1-1 (1:200)



ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ БУДГЕНПЛАНУ

№ п.п.	Найменування	Одиниці виміру	Величина показника	Примітки
1.	Площа будівельного майданчику	м ²	3892	F
2.	Площа будівлі	м ²	696	F _н
3.	Площа тимчасових будівель	м ²	60,6	F _м
4.	Протяжність тимчасових доріг			
	а) доріг	м	60	
	б) водопроводу	м	82	
	в) високовольтної лінії	м	13,0	
	г) електросилової лінії	м	19,2	
	д) освітлення	м	139	
	е) огороження	м	147	
5.	Компактність БГП	%	13,1	(F _м /F _н)*100
	K1	%	11,8	(F _н /F)*100
	K2	%	1,55	(F _м /F)*100

СХЕМИ СКЛАДУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ

Конструкції	Види			Характеристика
	докобвий	торцевий	в плані	
Плити перекриття				Висота не більше 2,5 м
Сходові марші				Не більше п'яти рядів

08-11МКР.004-ПОБ					
м. Вінниця					
Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата
Розробив	Тихо А.В.				
Перевірив	Христюк О.В.				
Керувач	Христюк О.В.				
Нач. контролю	Кучеренко Л.В.				
Опрант	Слобод О.Ю.				
Затвердив	Шевць В.В.				
Рациональні інженерно-технічні рішення з улаштування огорожувальних конструкцій житлової будівлі				Слобод	Архив
Будівництво, розріз 1-1 ТЕР будівництва, експлікація до будівництва, умовні позначення, схеми складування конструкцій				п	10
				ВНТУ, зр. 16М-23м	

ВІДГУК ОПОНЕНТА

на магістерську кваліфікаційну роботу

студента: Гижі Андрія Володимировича

на тему: "Раціональні інженерно-технічні рішення з улаштування огорожувальних конструкцій житлової будівлі"

Магістерська кваліфікаційна робота (МКР) виконана відповідно до завдання виданого кафедрою БМГА, а її зміст відповідає затвердженій темі.

Обрана автором тема МКР є актуальною, оскільки запропоновано використання в будівельній практиці нового різновиду огорожувальних конструкцій для підвищення енергоефективності будівель за рахунок використання сонячної енергії. Проведені дослідження додали переваги інтегрованих у фасади сонячних панелей, які сприяють підвищенню енергоефективності будівель.

Запропоновані автором варіанти технічного вирішення теплозахисних характеристик енергоактивної стінової панелі, а також розроблено прикладну програму для розрахунку теплових потоків у багатошарових конструкціях. Використання енергоефективних огорожень у кліматичних умовах України дозволяє підвищити енергоефективність будівель, а результати моделювання визначити оптимальну товщину поглинаючих шарів (80–130 мм) залежно від кліматичної зони.

Представлені у текстовій частині магістерської кваліфікаційної роботи результати аналітичних досліджень і запропоновані автором нові науково-технічні рішення і їхня графічна інтерпретація виконані з використанням сучасних науково-технічних напрацювань і інформаційних та комп'ютерних технологій.

Текстова частина і графічний матеріал оформлено згідно нормативних вимог і стандартів з належною якістю. Зміст текстової частини відповідає змісту графічних матеріалів.

Зауваження по роботі: – в запропонованих варіантах обґрунтування конструктивних рішень елементів огорожувальних конструкцій будівель доцільно було б також навести графічні інтерпретації проникності температурних потоків і вологості в товщині конструктивного елементу.

Магістерська кваліфікаційна робота виконана на високому рівні та при відповідному захисті заслуговує оцінки В «83», а здобувач Гижя Андрій Володимирович заслуговує присвоєння йому кваліфікації магістр за спеціальністю 192 будівництво та цивільна інженерія.

Опонент

доцент кафедри ТЕ, к.т.н., доцент



О. Ю. Співак

ВІДГУК

керівника магістерської кваліфікаційної роботи
студента: Гижі Андрія Володимировича
на тему: «Рациональні інженерно-технічні рішення з улаштування огорожувальних
конструкцій житлової будівлі»

Магістерська кваліфікаційна робота виконана відповідно до затвердженого завдання виданого кафедрою БМГА. Актуальність теми підтверджується вимогами дотримання змін будівельного законодавства у сфері енергоефективності будівель. Також з метою покращення показників комфортності експлуатації об'єктів нерухомості.

Здобувачем під час вирішення поставлених задач проведено необхідний обсяг комплексних досліджень наявних варіантів інженерно-технічних рішень стосовно реалізації заходів з проєктування житлових будівель. В роботі виконано аналітичні дослідження сучасних варіантів проєктних рішень і запропоновано архітектурно-планувальні та технологічні рішення для житлової забудови, а також виконано техніко-економічне порівняння двох варіантів елементів огорожувальних конструкцій з утепленням мінеральною ватою та термофасадом та п'ятишаровою конструкцією, що включає подвійний склопакет і рослинну теплоізоляцію.

Досліджено сучасні тенденції на ринку теплоізоляційних матеріалів і систем утеплення будівель. Запропоновано рішення з розробку нової математичної моделі, що враховуватиме поглинаючі та теплоакумуючі властивості будівельних матеріалів під впливом сонячного випромінювання, а також на основі отриманих результатів створення конструктивного рішення для зовнішніх огорож будівель із теплоакумуючим шаром, яке буде економічно доцільним для конкретних регіонів України. Таке конструктивне рішення дозволить значно підвищити енергоефективність будівель і сприятиме сталому розвитку у сфері будівництва та енергетики.

Магістерська кваліфікаційна робота за змістом відповідає завданню виданому кафедрою БМГА, а отримані науково-технічні результати підтверджують виконання сформульованих задач досліджень для досягнення поставленої мети. Необхідно відмітити вміння автора самостійно вирішувати складні аналітичні і практичні завдання. При виконання роботи магістрант продемонстрував достатній рівень ерудиції та технічної підготовки, вміння творчо працювати з наявними сучасними напрацюванням за тематикою досліджень.

В процесі виконання магістерської роботи здобувач вчасно виконував етапи поставлених завдань відповідно до календарного плану. В зауваженнях по роботі роботи слід відмітити про доцільність передбачення в проєкті декількох варіантів реалізації відтворювальних технологій для проєктування ефективних систем з енергозабезпечення будівлі.

Магістерська кваліфікаційна робота виконана на високому рівні і при відповідному захисті заслуговує оцінки В «85», а здобувач Гижі Андрій Володимирович заслуговує присвоєння йому кваліфікації магістр з будівництва.

Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи
доцент кафедри БМГА, к.т.н., доцент



О. В. Христич.