

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

«ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ З ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ МАСОВИХ СЕРІЙ ЗАБУДОВИ»

Виконав: студент II курсу, групи Б-21 м

спеціальності 192 «Будівництво

та цивільна інженерія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Іванішин А. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент

(науковий ступінь, посада)

Андрухов В. М.

(прізвище та ініціали)

«20» 06 2023 р.

Опонент:

(науковий ступінь, посада)

Остапенко О. П.

(прізвище та ініціали)

«20» 06 2023 р.

(прізвище та ініціали)

Допущено до захисту

Завідувач кафедри БМГА

В. В. Швець

(підпис) (прізвище та ініціали)

«20» 06 2023 року



Вінниця ВНТУ - 2023 рік

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)
Галузь знань 19 - Архітектура та будівництво
(шифр і назва)
Спеціальність 192 - Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва)
Освітньо-професійна програма: «Промислове та цивільне будівництво»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри БМГА
Швець В. В.
«11» червня 2023 року

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТА

Андрію Володимировичу Іванішину

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема проекту (роботи) **«Оцінка ефективності заходів з термомодернізації житлових будівель масових серій забудови».**

Керівник роботи Андрухов В. М., к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затвержені наказом вищого навчального закладу від «20» березня 2023 року №68.

1. Строк подання магістрантом роботи 31.05.2023 р.

2. Вихідні дані до роботи Типовий варіант архітектурно-будівельних рішень житлової будівлі серії 87, топографічний план ділянки, звіт з енергетичного аудиту. Передбачається термомодернізація 5-ти поверхової цегляної житлової будівлі в місті Чернігів. Стіни з силікат. цегли, теплотехнічний розрахунок. Покрівля плоска, суміщена.

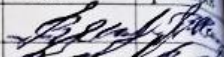

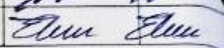

3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: Вступ (актуальність та новизна наукових досліджень, об'єкт, предмет, мета і задачі, практична значимість, методи досліджень, апробація)

1. Науково-дослідна частина (огляд та аналіз літературних джерел. З доступних літературних джерел з'ясування та аналіз причин типової забудови житла, найбільш поширених серій, аналіз архітектурно-планувальних рішень та оціночний аналіз технічного стану конструктиву кожної типової серії, джерела теплової енергії, енергетичний баланс житлової будівлі для типової серії обраної для термомодернізації, вивчення та аналіз найкращого досвіду в проектних рішеннях, при будівництві та експлуатації для досягнення максимальної ефективності інженерних заходів з термомодернізації. Передбачення будівельних рішень, заходів з утеплення за кожним напрямком та розрахункове обґрунтування прийнятих рішень. Енергетичний сертифікат будівлі до та після термомодернізації.

2. Технічний розділ. 2.1-Архітектурно-будівельні рішення технічного об'єкту (обстеження технічного стану існуючої будівлі серії 87, віконні та дверні заповнення, експлікація підлоги, теплотехнічні розрахунки). 2.2-Конструктивний розділ (детальовані будівельні рішення з термомодернізації зовнішньої оболонки для підвищення класу енергоефективності будівлі в цілому). 3. Розробка заходів з охорони праці та цивільного захисту. 4. Економічна частина (визначення економічного ефекту від впровадження результатів наукової розробки на прикладі технічного об'єкту). Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
1. Науково-дослідний розділ – 3-6 арк. (плакати, що ілюструють результати науково-дослідної роботи)
 2. Архітектурно-будівельні рішення – арк. (фасади, плани, план покрівлі, розробка вузлів, візуалізація будівлі, генеральний план,)
 3. Конструктивний розділ – арк. (варіанти рішень кріплення та розташування утеплючих матеріалів на фасадах будівлі, технологічна карта на монтаж зовнішнього утеплення тощо)

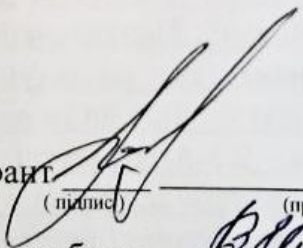
6. Консультанти розділів роботи

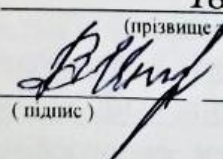
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Науковий розділ	К.т.н., доц., каф. БМГА В. М. Андрухов		
Технічна частина	К.т.н., доц., каф. БМГА В. М. Андрухов		
Охорона праці та ЦЗ	К.пед.н., доц. каф. БЖДПБ І. М. Кобилянська		
Економічна частина	К.т.н., доц., каф. БМГА О. Г. Лялюк		

7. Дата видачі завдання 13.03.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Складання технічного завдання та вступу до МКР	31.01-06.02.23	
2	Науково-дослідна частина	07.02-11.03.23	
3	Архітектурно-будівельні рішення	12.03-27.03.23	
4	Конструктивний розділ	28.03-30.04.23	
5	Охорона праці та цивільний захист	01.05-15.05.23	
6	Економічна частина	16.05-30.05.23	
7	Оформлення МКР	20.05-31.05.23	
8	Подання МКР на кафедру для перевірки	01.06-05.06.23	
9	Попередній захист	01.06-07.06.23	
10	Рецензування	06.06-12.06.23	
11			

Магістрант  Іванішин А. В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи  Андрухов В. М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 692:697.1

Іванішин А. В. Оцінка Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія», освітня програма – «Промислове та цивільне будівництво». Вінниця: ВНТУ, 2023. 158 с. Укр. мовою. Бібліогр.: 43 назв; рис. 41; табл. 24.

В магістерській кваліфікаційній роботі виконано оцінку ефективності заходів з термомодернізації житлових будівель масових серій забудови, результатом якої є визначений комплекс енергоефективних заходів, що забезпечать значне зниження витрат енергоресурсів, також підвищать якість умов проживання людей в модернізованих будинках.

В роботі проаналізовано сучасний стан питання та наявну нормативну базу стосовно житлових будівель масових серій забудови, також виконано концептуальну оцінку енергобалансу житлової багатоповерхової будівлі.

Технічна оцінка заходів з термомодернізації дала можливість в процесі дослідження виконати розрахунки для теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій та проаналізувати показники споживання енергетичних ресурсів інженерними системами, а дослідження поетапності проведення моніторингу енергоефективності будівлі визначає необхідність впровадження системи енергетичного менеджменту, дотримання якого в подальшому передбачає безперервне поліпшення енергоефективності будівлі.

Магістерська кваліфікаційна робота містить 11 аркушів графічної частини.

Ключові слова: термомодернізація, енергоефективність, термічний опір, житлові будівлі масових серій забудови, багатоповерхова будівля.

ABSTRACT

Master's thesis in specialty 192 - construction and civil engineering. Vinnitsa : VNTU, 2023. 158 p. In Ukrainian language. Bibliographer: 43 titles; fig.: 41; tabl. 24.

In the master's qualification work, an assessment of the effectiveness of thermal modernization of residential buildings of mass series of buildings was carried out, the result of which is a set of energy-efficient measures that will ensure a significant reduction in energy resource costs, as well as improve the quality of living conditions of people in modernized buildings.

The work analyzed the current state of the issue and the existing regulatory framework regarding residential buildings of mass series construction, and also performed a conceptual assessment of the energy balance of a residential multi-story building.

The technical assessment of thermal modernization measures made it possible during the research to perform calculations for the thermal performance of enclosing structures and to analyze the indicators of energy resource consumption by engineering systems, and the study of the phasing of monitoring the energy efficiency of the building determines the need to implement an energy management system, compliance with which in the future implies a continuous improvement of the energy efficiency of the building.

The master's qualification work contains 11 sheets of the graphic part.

Key words: thermal modernization, energy efficiency, thermal resistance, residential buildings of mass construction series, high-rise building.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	10
1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПИТАННЯ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ.....	16
1.1 Житлові будівлі типових серій.....	18
1.2 Концептуальна оцінка енергобалансу житлової багатоповерхової будівлі	25
1.3 Закордонний досвід впровадження енергоефективних заходів.....	44
1.4 Сучасна нормативна база.....	50
1.5 Висновки до розділу 1.....	51
2. ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАХОДІВ З ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ.....	52
2.1 Обстеження технічного стану типової серійної житлової будівлі.....	53
2.2 Висновки до розділу 2.....	60
3. ТЕХНІЧНА ОЦІНКА ЗАХОДІВ З ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ 5-ТИ ПОВЕРХОВОЇ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ.....	61
3.1 Огороджувальні конструкції.....	66
3.2 Інженерні системи.....	80
3.3 Освітлення.....	81
3.4 Повітропроникність огороджувальних конструкцій будівлі.....	83
3.5 Характеристика теплонадходжень.....	84
3.6 Впровадження та моніторинг.....	88
3.7 Висновки до розділу 3.....	90
4. ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА.....	91
4.1 Архітектурно-будівельні рішення.....	91
4.2 Конструктивні рішення.....	93
4.3 Висновки до розділу 4.....	95
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ...	96

5.1 Технічні рішення щодо безпечної експлуатації об'єкта.....	97
5.1.1 Технічні рішення щодо безпечної організації робочих місць.....	97
5.1.2 Електробезпека.....	99
5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	101
5.2.1 Мікроклімат.....	101
5.2.2 Склад повітря робочої зони.....	101
5.2.3 Виробниче освітлення.....	102
5.2.4 Виробничий шум.....	103
5.2.5 Виробничі вібрації.....	104
5.2.6 Психофізіологічні фактори.....	105
5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Радіаційний захист.....	106
5.3.1 Дія радіації на людину.....	106
5.3.2 Розрахунок коефіцієнта протирадіаційного захисту приміщення підвального поверху.....	107
6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	111
ВИСНОВКИ.....	142
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	144
ДОДАТКИ.....	149
Додаток А Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень.....	150
Додаток Б Експлікації приміщень.....	151

Відомість графічної частини

№	Позначення	Найменування	Примітка
1.	Аркуш №1	Мета досліджень, Об'єкт досліджень, Предмет досліджень	Плакат
2.	Аркуш №2	Задачі досліджень	Плакат
3.	Аркуш №3	Аналіз результатів досліджень	Плакат
4.	Аркуш №4	Результати розрахунку (утеплення фасаду А-Д, Д-А; монтаж утеплення покриття, вентиляційного аератора)	Плакат
5.	Аркуш №5	Результати розрахунку (утеплення фасаду 1-13, утеплення фасаду 13-1)	Плакат
6.	Аркуш №6	Висновки за результатами досліджень	Плакат
7.	Аркуш №7	Висновки за результатами досліджень	Плакат
8.	Аркуш №8	Висновки за результатами досліджень	Плакат
9.	Аркуш №9	Ситуаційні схеми ділянок, фотофіксація фасадів, план першого поверху	Креслення
10.	Аркуш №10	План підвалу, план типового поверху, план покрівлі	Креслення
11.	Аркуш №11	Фасад 1-13, Фасад 13-1	Креслення
12.	Аркуш №12	Розріз 1-1, Фасад А-Д, Фасад Д-А	Креслення
13.	Аркуш №13	Схема обрамлення віконних та дверних прорізів, вказівки з теплоізоляції будівлі	Креслення

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ДБН	-	Державні будівельні норми України
ДСТУ	-	Державний стандарт України
МКР	-	Магістерська кваліфікаційна робота
МСЕ	-	Метод скінченних елементів
НДС	-	Напружено-деформований стан
ПК	-	Програмний комплекс
РСН	-	Розрахункові сполучення навантажень
СЕ	-	Скінченний елемент
ЕЕ		Енергоефективність
ЕА		Енергетичний аудит
СЕЕ		Сертифікація енергетичної ефективності

ВСТУП

Актуальність теми

До основних параметрів, які визначають якість життя населення входить забезпечення нормативного рівня якості навколишнього середовища та довкілля, про що йдеться в Законах України «Про охорону навколишнього природного середовища» та «Про регулювання містобудівної діяльності» [1-2]. Досліджуючи наявний стан будівель на території України та можливість його покращення шляхом осучаснення, необхідним є впровадження енергоефективних заходів, тобто дій технічного, економічного, організаційного характеру, що спрямовані на підвищення енергетичної ефективності розрахункового об'єкту (зниження питомих витрат) [3-4].

Енергетична ефективність будівлі характеризується наявними властивостями конструктивних елементів та інженерного обладнання, які забезпечують оптимальний життєвий цикл та мікрокліматичні умови будівлі при мінімальній витраті енергетичних ресурсів у даній будівлі. Відповідно, розглядаючи житлові будинки України масових серій забудови, необхідним є попередній огляд та аналіз витрат ними енергетичних ресурсів.

Для популяризації та масового впровадження таких енергоефективних заходів в державі було створено Фонд енергоефективності, який має на меті, в тому числі, частково відшкодувати вартість заходів з енергоефективності за створеною ним Програмою [6-7].

Фахівці зазначають, що знизити оплату за опалення при підвищенні тарифів можна за рахунок впровадження заходів щодо зниження енергоспоживання будівлі, тобто здійснюючи термомодернізацію будівлі. За прикладом європейського досвіду видно, якщо здійснювати термомодернізацію, то при підвищенні тарифу на 50% плата на опалення не зростає, а навіть зменшується на 10–15% [9]. Приведення показників будівель масових серій забудови до мінімальних сучасних вимог з утеплення та вимог до інженерних систем дозволяє заощадити 50–60% на опаленні і гарячому водопостачанні. Підвищення

теплоізоляції будівлі відбувається при виконанні утеплення зовнішніх стін, горищних перекриттів, перекриттів над підвалом, а також заміна застарілих вікон і дверей на енергоефективні. Модернізація інженерних систем включає вдосконалення систем електропостачання, теплопостачання та гарячого водопостачання. Для ефективного провадження такої діяльності необхідно дотримуватись Законів України та інших відповідного спрямування державних нормативних актів [10].

Розглядаючи бюджет повної термомодернізації багатоквартирного будинку бачимо, що розподіл вартості заходів становитиме:

12% — заміна вікон;

12% — модернізація теплового пункту та балансування стояків;

12% — монтаж терморегуляторів на радіатори;

64% — заходи з утеплення будівлі.

На теперішній час в Україні розробляється документ «Енергетичної стратегії України на період до 2050 року», (ЕСУ), який передбачає загалом розвиток паливно-енергетичного комплексу України. Він має на меті визначити подальшу траєкторію розвитку енергетики та суміжних галузей та, в подальшому, затвердження плану заходів з реалізації ЕСУ шляхом дослідження та деталізації завдання та показників ЕСУ у відповідних програмах розвитку підгалузей [11]. А напередодні було прийнято порядок відбору Кінцевих Бенефіціарів Проєкту «Енергоефективність громадських будівель в Україні», проєкту, який виконуватиметься безпосередньо за рахунок фінансування відповідно до Фінансової угоди між Україною та Європейським інвестиційним банком [12].

В нашій Державі наявний житловий фонд, масових серій забудови (72,0 млн. кв. м), запроектованих та збудованих в другій половині ХХ-століття.

На період часу (середина ХХ - століття) завданням будівельникам держави було в тому, щоб розробити до завершення 1956 року проєкти, які дозволять різко здешевити будівництво житла і зробити його доступним для основної маси населення [29].

На початку 1960-х житлову політику було переглянуто, вирішено було повністю відмовитися від комуналок, а темпи будівництва зберегти за рахунок підвищення економічності житла, знижуючи його собівартість. Крім максимальної індустріалізації (в країні було організовано близько 400 будівельних комбінатів), собівартість будівництва зменшувалась за рахунок переходу з цегляного на великопанельне домобудування (питома вага якого в 1959—1964 роки зросла в 10 разів), зменшення площі квартир, зниження мінімізації витрат на зовнішнє оздоблення будівель. В результаті собівартість квартири зменшилася на 35 %, що дозволило забезпечити повне посімейне розселення при таких самих витратах на будівництво [29].

Із аналізу обсягів вироблених та спожитих енергетичних ресурсів в державі слідує, що майже половина вироблених енергоресурсів витрачається на забезпечення комунальних потреб. Враховуючи наявні обсяги житлових помешкань збудованих без особливих заходів з термомодернізації, а ще до цього значна фізична зношеність елементів будівель, враховуючи результати енергетичних аудитів таких будівель стає очевидним наявний значний потенціал можливості економії енергетичних ресурсів, саме для будівель масових серій забудови. Цим і обумовлюється актуальність теми розробленої в даній кваліфікаційній роботі.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Робота виконана відповідно до теми:

- № 60К1 «Особливості конструктивних рішень житлових будівель масових серій забудови, варіантів їх осучаснення та підвищення енергоефективності».

Метою досліджень є вивчення та порівняльний аналіз обсягів та структури споживання енергетичних ресурсів будівель масових серій забудови, оцінки величин втрат енергетичних ресурсів саме цими будівлями та розробка інженерних рішень, заходів щодо зменшення цих втрат.

Задачі досліджень:

- аналіз вимог нормативних документів та літературних джерел щодо особливостей забезпечення економічної ефективності використання енергетичних ресурсів будівлями масових серій забудови;

- встановлення структури енергетичних втрат, їх величин та пошук шляхів їх мінімізації;

- вивчення та аналіз наявного парку житлових будівель масових серій забудови в державі, оцінка їх планувально-конструктивних рішень, технічного стану та енергоефективності;

- на основі результатів аналізу наявного парку житлової забудови визначитись з пріоритетними серіями для подальшого перспективного інженерно-технічного осучаснення;

- формування пакету заходів, технічна та економічна їх оцінка у відповідності до:

- державних будівельних норм України;

- норм Європейського союзу;

- підготовка висновків за результатами проведених досліджень.

Об'єктом досліджень є 5-ти поверховий цегляний житловий будинок, збудований у відповідності до серії типового будівництва 114-87 (серія 87).

Предметом дослідження є параметри фізичних та механічних характеристик матеріалів конструкцій багатоповерхового цегляного житлового будинку, визначені за результатами технічного обстеження та енергетичного аудиту будівель.

Методи дослідження.

Для досягнення мети та рішення поставлених завдань використовуються наступні методи досліджень:

- вивчення та аналіз наявних житлових будівель масових серій забудови, та оцінка доцільності їх термомодернізації;

- аналіз сучасного стану теорії практичних та розрахункових оцінок енергетичних параметрів матеріалів використаних для влаштування зовнішньої оболонки будівлі (розділ 1);

- теоретичні (чисельні) дослідження енергетичного балансу будівель масової серії забудови (розділ 2);
- аналіз існуючого досвіду підвищення енергоефективності та принципових, ключових рішень для досягнення максимального результату в сенсі енергоефективності в процесах: проектування, будівництва, супроводу в процесі експлуатації тощо (розділ 3);
 - розробка конструкторсько-технологічної документації на заходи з енергоефективності типового житлового будинку, запроектованого у відповідності до типової серії серія 87 (розділ 4).

Наукова новизна роботи.

Наукову новизну роботи складають:

- результати порівняльного аналізу архітектурно-планувальних та конструктивних рішень житлових будівель масових серій забудови, та на їх основі прийняття рішення про доцільність перспективної термомодернізації розглянутих серій забудови житлових будівель;
- запропонований пакет інженерно-технічних рішень для підвищення енергоефективності можливо використати та розглядати як проект чи пропозиції до проекту повторного використання, що дозволить пришвидшити розробку проектно-кошторисної документації та здешевить вартість такої роботи.

Практична цінність роботи.

В результаті виконання МКР отримано інженерний досвід з виконання збору, вивчення та систематизації інформації за обраним напрямком дослідження, а саме: володіння основними методами пошуку відповідної інформації, вибору параметрів та характеристик матеріалів які відіграють ключову роль в сенсі енергоефективності елементів будівлі та будівлі в цілому, формування вихідних даних для розрахунків, зокрема з використанням сучасних програмних комплексів, аналіз отриманих результатів за параметрами енергоефективності та витратами матеріалів конструкцій.

Особистий внесок магістранта полягає у вивченні та узагальненні наявного досвіду аналізу архітектурно-планувальних та інженерно-технічних рішень

житлових будівель масових серій забудови в державі на етапі індустріалізації та масового зведення житла для потреб громадян, чисельне моделювання та оціночного аналізу прийнятих інженерно-технічних рішень.

Апробація результатів роботи

Результати роботи апробовано на:

Результати роботи апробовано на: ЛІІ регіональній науково-технічній конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів ВНТУ з участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниці та області;

Публікації

За темою МКР підготовлено наступні публікації:

А. В. Іванішин, В. М. Андрухов

Оцінка ефективності заходів з термомодернізації житлових будівель масових серій забудови

<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2023/paper/view/18501/15358>

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПИТАННЯ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

До основних параметрів, які визначають якість життя населення входить забезпечення нормативного рівня якості навколишнього середовища та довкілля, про що йдеться в Законах України «Про охорону навколишнього природного середовища» та «Про регулювання містобудівної діяльності» [1-2]. Досліджуючи наявний стан будівель на території України та можливість його покращення шляхом осучаснення, необхідним є впровадження енергоефективних заходів, тобто дій технічного, економічного, організаційного характеру, що спрямовані на підвищення енергетичної ефективності розрахункового об'єкту (зниження питомих витрат) [3-4].

Енергетична ефективність будівлі характеризується наявними властивостями конструктивних елементів та інженерного обладнання, які забезпечують оптимальний життєвий цикл та мікрокліматичні умови будівлі при мінімальній витраті енергетичних ресурсів у даній будівлі. Відповідно, розглядаючи житлові будинки України масових серій забудови, необхідним є попередній огляд та аналіз витрат ними енергетичних ресурсів. Для детального обстеження житлового будинку, фахівець відповідної кваліфікації – енергоаудитор проводить комплекс розрахунків щодо фактичних або проектних характеристик огороджувальних конструкцій та інженерних систем будинку та оцінює відповідність розрахункового рівня енергетичної ефективності встановленим мінімальним вимогам до енергетичної ефективності будівель. У звіті наводиться клас енергетичної ефективності будівлі. Клас енергоефективності будівель визначається за показником загального питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні та встановлюється від А до G, де клас А – високий рівень енергоефективності, а клас G – низький.

Також зазначається, що з грудня 2019 року набула чинності норма щодо проектування житлових будинків за класом енергоефективності не нижче класу С (рисунок 1) [5].

Для популяризації та масового впровадження таких енергоефективних заходів в державі було створено Фонд енергоефективності, який має на меті, в тому числі, частково відшкодувати вартість заходів з енергоефективності за створеною ним Програмою [6-7].

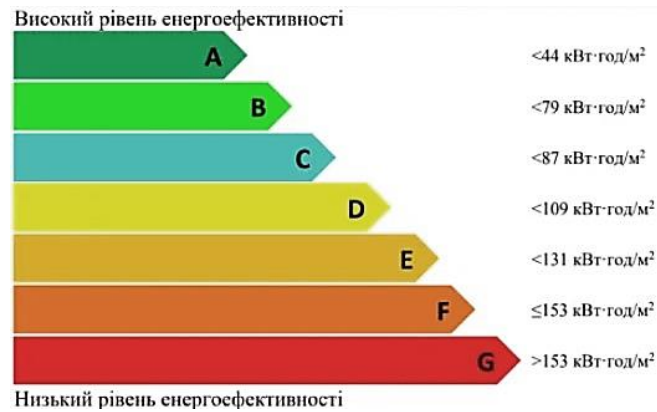


Рисунок 1 – Шкала класів енергетичної ефективності

Так, Ініціатива «Ощадлива енергетика» в м. Києві зайняла лідируюче місце серед пріоритетів Стратегії розвитку міста. Причинами стрімкого зростання важливості енергозбереження є підвищенні цін на теплову та електричну енергію, що, в свою чергу, обумовлюється високою вартістю імпортованого природного газу та наявними значними втратами енергоресурсів, які суттєво можливо скоротити шлях реалізації інженерно-технічних рішень в будівлях [8].

Фахівці зазначають, що знизити оплату за опалення при підвищенні тарифів можна за рахунок впровадження заходів щодо зниження енергоспоживання будівлі, тобто здійснюючи термомодернізацію будівлі. За прикладом європейського досвіду видно, якщо здійснювати термомодернізацію, то при підвищенні тарифу на 50% плата на опалення не зростає, а навіть зменшується на 10–15% [9]. Приведення показників будівель масових серій забудови до мінімальних сучасних вимог з утеплення та вимог до інженерних систем дозволяє заощадити 50–60% на опаленні і гарячому водопостачанні. Підвищення теплоізоляції будівлі відбувається при виконанні утеплення зовнішніх стін, горищних перекриттів, перекриттів над підвалом, а також заміна застарілих вікон і дверей на енергоефективні. Модернізація інженерних систем включає

вдосконалення систем електропостачання, теплопостачання та гарячого водопостачання. Для ефективного провадження такої діяльності необхідно дотримуватись Законів України та інших відповідного спрямування державних нормативних актів [10].

Розглядаючи бюджет повної термомодернізації багатоквартирного будинку бачимо, що розподіл вартості заходів становитиме:

12% — заміна вікон;

12% — модернізація теплового пункту та балансування стояків;

12% — монтаж терморегуляторів на радіатори;

64% — заходи з утеплення будівлі.

На теперішній час в Україні розробляється документ «Енергетичної стратегії України на період до 2050 року», (ЕСУ), який передбачає загалом розвиток паливно-енергетичного комплексу України. Він має на меті визначити подальшу траєкторію розвитку енергетики та суміжних галузей та, вподальшому, затвердження плану заходів з реалізації ЕСУ шляхом дослідження та деталізації завдання та показників ЕСУ у відповідних програмах розвитку підгалузей [11]. А напередодні було прийнято порядок відбору Кінцевих Бенефіціарів Проєкту «Енергоефективність громадських будівель в Україні», проєкту, який виконуватиметься безпосередньо за рахунок фінансування відповідно до Фінансової угоди між Україною та Європейським інвестиційним банком [12].

1.1 Житлові будівлі типових серій

На період часу (середина ХХ - століття) завданням будівельникам держави було в тому, щоб розробити до завершення 1956 року проєкти, які дозволять різко здешевити будівництво житла і зробити його доступним для основної маси населення [29].

На початку 1960-х житлову політику було переглянуто, вирішено було повністю відмовитися від комуналок, а темпи будівництва зберегти за рахунок підвищення економічності житла, знижуючи його собівартість. Крім максимальної

індустріалізації (в країні було організовано близько 400 будівельних комбінатів), собівартість будівництва зменшувалась за рахунок переходу з цегляного на великопанельне домобудування (питома вага якого в 1959—1964 роки зросла в 10 разів), зменшення площі квартир, зниження мінімізації витрат на зовнішнє оздоблення будівель. В результаті собівартість квартири зменшилася на 35 %, що дозволило забезпечити повне посімейне розселення при таких самих витратах на будівництво [29].

Так з'явилися знамениті «хрущовки». Метою їх створення було те, щоб 1980 року кожна радянська сім'я зустріла комунізм у окремій квартирі. Таке житлове будівництво було засноване на промисловому будівництві — спорудженні мікрорайонів із 5-ти та 9-ти поверхових серійних панельних будинків. Це знижувало собівартість будівництва та дозволяло збільшити введення житла, а також робило його набагато комфортнішим, ніж комунальні квартири, вже тому, що відтепер кожна квартира проектувалася з розрахунку заселення однією сім'єю, а не кількома. Одночасно з будівництвом великопанельних будинків стали з'являтися і серійні будинки з блоків — тих же панелей, тільки не на всю стіну [30].

Серії житлових будинків — типові проекти, які всередині серії можуть відрізнятися поверховістю, кількістю секцій, орієнтацією та незначними деталями архітектурного оздоблення. Як правило, серія житлових будинків має обмежений ряд планування квартир, загальний архітектурний стиль та технологію будівництва. Застосування серійного проектування орієнтоване на індустріалізацію будівництва та дозволяє отримати мінімальну собівартість квадратного метра житла за високої швидкості зведення будівель, проте нерідко веде до архітектурного знеособлення та одноманітності житлових кварталів.

Житлові будівлі за типовими серіями найбільш масово зводилися в період урбанізації у багатьох країнах, будучи основою архітектурного вигляду житлових районів багатьох міст. Найбільший розвиток серійне проектування квартирних будинків отримало в СРСР у період масового післявоєнного житлового будівництва, широко застосовувалося в соціалістичних країнах, що розвиваються, використовується і в даний час [29].

Прототипом для перших «хрущовок» стали панельки, що будувалися в Берліні та Дрездені з 1920-х років. Їх будівництво тривало з 1959 року до 1985 рік. Це дозволило щорічно вводити 110 млн квадратних метрів житла. Була створена відповідна виробнича база та інфраструктура: домобудівні комбінати, заводи тощо.

Хрущовки («Ранні панельні будинки»)

Як і в інших країнах тодішнього СРСР хрущовки в Україні є двох видів: панельні та цегляні, висота стелі 2,5 м, у будівлях відсутні ліфти та сміттєпровід, погана тепло- та звукоізоляція. Завдяки серійності знижувалася собівартість квадратного метра, будівництво велося швидше [30]. Ця нерухомість відрізняється простотою й відносною доступністю, популярна на вторинному ринку до цього часу. Серед поширених типових проєктів минулого століття трапляються досить вдалі, що задовольняють потреби сучасної сім'ї, але є і незручні для проживання. В основному це пов'язано з нераціональними плануваннями, тісними кухнями, санвузлами, неактуальними технологіями будівництва. Розглянемо поширені незручні серії будинків, які зводилися в великих містах України.

Висота в 5 поверхів була обрана тому, що за нормами того часу це була найбільша поверховість, за якої дозволялося будувати будинки без ліфта (втім, іноді будувалися будинки і на 6 поверхах — з магазином на першому поверсі).

Вони відрізнялися низкою незручностей [29]:

- маленькі та часто нераціональні розміри кухонь та житлових кімнат,
- вузькі коридори та сходові клітини,
- низькі стелі,
- прохідні кімнати,
- суміщені санвузли,
- погана шумоізоляція,
- недостатня теплоізоляція — холод взимку і навпаки — спека влітку (особливо на верхніх поверхах),
- ряд недоробок під час будівництва, які мешканцям часто доводилося усувати самостійно.

Хрущовка 464 серії (рисунок 2). Хрущовки відносяться до морально й фізично застарілого житла. У цих квартирах всіх серій тісні кухні квадратурою до 6 м², маленька житлова площа в цілому, прохідні кімнати, незручні об'єднані санвузли, низька стеля. Тут з самого початку були поганими теплоізоляція та звукоізоляція, а зараз вони ще й вичерпали ресурс.

В Україні «хрущовки» частіше представлені серіями 1-464, 1-480, 1-438 та кількома їх модифікаціями з незначними відмінностями. Але навіть серед них є фаворит та аутсайдер. Найкращою стала 438 версія, але від неї швидко відмовилися з причини високих затрат на будівництво у порівнянні з двома іншими. Середньою стала 480 серія, а найгіршою можна вважати 464 з наступних причин: вузький крок поперечних опорних конструкцій, що спричинило обмеження перепланування; тонкі холодні зовнішні стіни 35 см; планування прохідними, вузькими кімнатами; тісний передпокій, санвузол, кухня; компактні сходові майданчики; низька якість покрівлі, перекриттів [29].



Рисунок 2 – Фото будинку 464-ї серії

Чеський проект («Чешка»). будинки цієї серії будувалися з 1965 року до 1978 рік, мали поверховість як правило в 9 поверхів і непогану в порівнянні з хрущовками висоту стель в 2,7 - 2,75 м. У будинку найчастіше є ліфт, а площа кухонь від 6,5 м² до 7.5 м².

Брежнєвські будинки («Брежнєвки»)

На зміну п'ятиповерхівкам – хрущовкам прийшли «Брежнєвки». Спочатку восьми-дев'ятиповерхові будинки серій до середини 70-х підросли до 12 та 16 поверхів у великих містах і так і залишилися п'ятиповерхівками у малих містах. У брежнєвських будинках з'явилися ліфти та сміттєпроводи. Була значно покращена тепло- та шумоізоляція. Планування в брежнєвках стало значно зручнішим. Брежнєвки, будівництво яких почалося в 1970-х, багато в чому є прототипами сучасних типових новобудов [29].

За два десятиліття комфортними новими будинками забудували половину Радянського Союзу. Сьогодні досить часто можна зустріти брежнєвки в пропозиціях на ринку нерухомості, вони затребувані і ліквідні [32].

Ранні «Брежнєвки» - «Типова панель»

Серія 96 (рис. 3): багатосекційні або будинки баштового типу з поверховістю 9-10 поверхів, зовнішні стіни - тришарові панелі (бетон-утеплювач-бетон); висота стель - 2,65 - 2,75 м; планування квартир різноманітне, але площі квартир невеликі, а саме однокімнатних – близько 34 м², двокімнатних – 50 м², трикімнатних – 70 м².



Рисунок 3 – Фото будинку 96-ї серії

КиївЗНДІЕПом (комплексний інститут нового типу) розроблено серію 87 типових проектів 5-ти та 9-типоверхових житлових будинків та блок-секцій із стінами з місцевих матеріалів для будівництва в містах та робочих селищах України. У них передбачені квартири з підвищеним комфортом та зручним плануванням, розраховані на заселення окремими сім'ями різного чисельного та вікового складу.

Причиною для створення даної серії була необхідність масового будівництва будинків з покращеними споживчими характеристиками порівняно з «хрущовками», що будувалися тоді у величезній кількості [31].

Планувально ці будинки та блок-секції вирішені однаково для будівництва у звичайних та складних (просідання, гірничі виробки, нерівномірно стисливі ґрунти) геологічних умовах. Проекти розроблені окремо: для будівництва у звичайних геологічних умовах; уніфікованими для будівництва в складних геологічних умовах. Будівельні вироби прийняті за загальним сортаментом уніфікованих будівельних виробів для житлових та громадських будівель.

Основний конструктивний проліт для 5-типоверхових будинків — 5,4 м, 9-типоверхових будинків — 6 м. Висота поверху від підлоги до підлоги — 2,8 м. Номенклатура проектів серії складається з набору одинарних та спарених блок-секцій та секційних будинків закінченої структури із різним складом квартир. Особливістю номенклатури серії є те, що основними проектними рішеннями в ній є блок-секції. При проектуванні міст і селищ із блок-секцій набираються будинки різної поверховості, протяжності, конфігурації та структури. 5-типоверхові будинки та блок-секції запроектовані з 2- та 3-квартирними секціями. При цьому 2-квартирні секції рекомендовані для застосування у південних районах, а 3-квартирні — у центральних та північних [31].

Будинки 9-типоверхові та блок-секції для всіх районів запроектовані з 4-квартирними секціями широтної орієнтації. До складу номенклатури входять також будинки та блок-секції спеціального призначення коридорного та галерейного типів — для одиноких та малосімейних, гуртожитки, будинки та блок-секції із вбудовано-прибудованими підприємствами торгівлі та побутового обслуговування, кутові та поворотні блок-секції, точкові будинки [31].

Будинки 87-ї серії (рисунок 4; 5) будувалися із цегли ручною кладкою. Спочатку використовувалася звичайна цегла. Згодом іноді економили, застосовуючи дешевшу — силікатну цеглу. Зовнішні стіни — несучі. Внутрішні стіни квартири переважно гіпсові, що полегшує перепланування. Перекриття в цих

будівлях із залізобетонних панелей. Сторона будинку з вулиці чи всі сторони будинку покривалися кахельною плиткою [31].



Рисунок 4 – Фото 5-ти поверхового будинку 87-ї серії



Рисунок 5 - Фото 9-ти поверхового будинку 87-ї серії

Цікавим є те, що найдовший у світі є луцький будинок-вулик (114-87 (серія будинків)) [31].

З аналізу типових проєктів, за якими масово зводилось житлове будівництво в Україні витікає, що будівлі за технічним станом, комфортністю планувальних рішень можливо умовно поділити на:

1. Будівлі які і фізично, і морально застаріли, (Панельні, цегляні «хрущовки» перших масових серій забудов); 1950-60-ті роки; серії 1-480; 1-438 серії; 1-464А-20.
2. Будівлі, фізично застаріли, (панельні «хрущовки» поліпшені та панельні більш пізніших серій);

3. Будівлі, морально застаріли, (цегляні «хрущовки» поліпшені та цегляні більш пізніших серій);
4. Будівлі які за своїм фізичним станом та планувальними рішення не особливо поступаються на вторинному ринку житла сучасним будівлям, тобто будівлі, які на ринку нерухомості представляють реальну конкуренцію сучасному житлу.

В роботі приділена увага типовій серії, яку до прийнятого розподілу можливо віднести до 4-ї категорії, це типова серія 114-87 — серія типових проектів цегляних 5-ти та 9-ти поверхових житлових будинків і блок-секцій в Україні [31].

1.2 Концептуальна оцінка енергобалансу житлової багатоповерхової будівлі

Житлові будинки не будуються, і ніколи не будувалися, для того, щоб споживати енергію: їх призначення – дати людям дах над головою, створити нормальні та комфортні умови проживання. Споживання енергії є побічним наслідком: щоб забезпечити необхідний за санітарними нормами комфорт, будинкам потрібна енергія.

Через це, перша і надзвичайно важлива тема у сфері енергоаудиту полягає в тому, щоб зрозуміти поняття теплового комфорту, а також яка енергія необхідна для його забезпечення.

Комфортними умовами в житлових будівлях у відповідності до «ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» є температура внутрішнього повітря 20°C, відносна вологість 55%, та відповідної якості повітря. Для дотримання таких умов будівлю необхідно забезпечувати тепловою енергією. Складові енергетичного балансу наведено на рисунку 6.

СКЛАДОВІ ЕНЕРГЕТИЧНОГО БАЛАНСУ БУДІВЛІ



Рисунку 6 - Складові енергетичного балансу будівлі

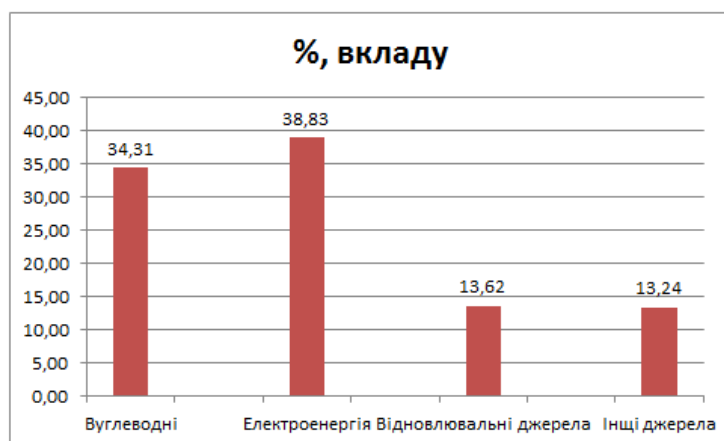
В нашій державі весь обсяг вироблених енергетичних ресурсів розподіляється між споживачами за наступними напрямками (рисунок 7).



Рисунку 7 – Структура розподілу енергетичних ресурсів між споживачами.

Джерелами для виробництва енергетичних ресурсів на даний момент часу є такі:

З аналізу даних наведених на рисунку 8 слідує, що енергетичні ресурси отриманні на основі вуглеводнів та електричної енергії складають відповідно кожний по третині від загального балансу енергетичних ресурсів. Останню третю третину ділять між собою відновлювальні та інші джерела.



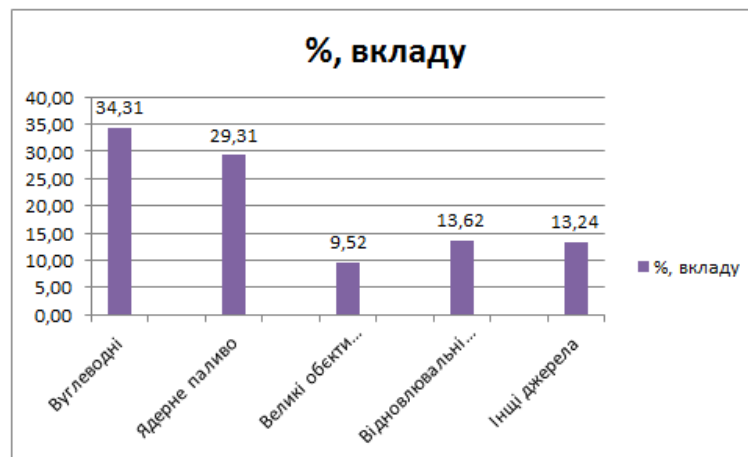
Рисунку 8 – Гістограма джерел енергетичних ресурсів.

З аналізу рисунку 9 слідує, що вуглеводневий ресурс енергетики розподіляється між вугіллям 19,27% та складовою на основі газу в кількості 15,04%. При цьому слід зауважити енергія отримана на основі газового ресурсу, є екологічно чистою, значно менше виділяється шкідливих речовин в атмосферу, чого аж ніяк не скажеш про вугілля. Яке в залежності від якості, вмісту складових є надпотужним забруднювачем навколишнього середовища.



Рисунку 9 – Гістограма джерел енергетичних ресурсів (з уточненням розподілу складової вуглеводнів)

Лівову частку долі в загальному балансі займає електроенергія вироблена на атомних електростанціях (29,31%), а на долю великих гідроелектростанцій припадає 9,52% (рисунок 10).



Рисунку 10 – Гістограма джерел енергетичних ресурсів (з уточненням розподілу складової електроенергії.)

Якщо в цілому узагальнити ситуацію з джерелами енергетичних ресурсів, то в Україні серед вуглеводнів наявні обидва компоненти, хоча газовими запасами держава в достатній мірі не забезпечена. В плані електроенергетичних ресурсів, ключова роль за атомною енергетикою, хоча і тут наявні АЕС працюють на закуплених закордоном ресурсах. Тому з такого наближеного аналізу слідує, що найкращим джерелом енергетичних ресурсів є їх економне, розумне витрачання. І оскільки майже половина енергетичних ресурсів, споживається побутовими споживачами (побутовим сектором) цілком логічно такий підхід, коли пошук заходів спрямувати, сфокусувати саме на цей сектор.

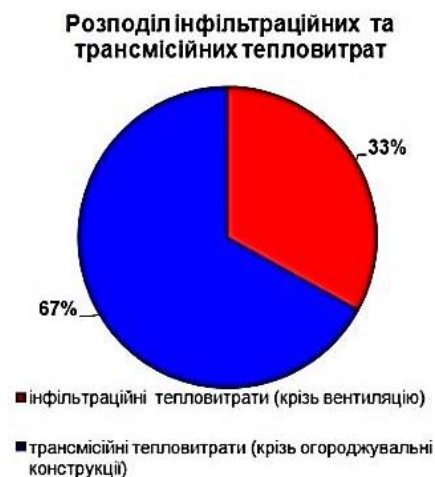
На рисунку 11 представлено схематично складові втрат енергетичних ресурсів через відповідні конструктивні елементи будівель.

Звичайно, така узагальнена картинка носить скоріш за все якісний характер, та встановлює перелік та наближені величини енергетичних втрат через відповідні конструктивні елементи будівлі.



Рисунку 11 – Узагальнена структура енергетичних втрат через відповідні конструктивні елементи будівлі

В самому загальному випадку слід зауважити, що втрати енергетичних ресурсів в будівлі слід розділити на дві категорії, а саме: це трансмісійні втрати (67%) та інфільтраційні втрати (33%), див. рис. 12.



Рисунку 12 – Структурний розподіл втрат енергетичних ресурсів елементами системи будівлі

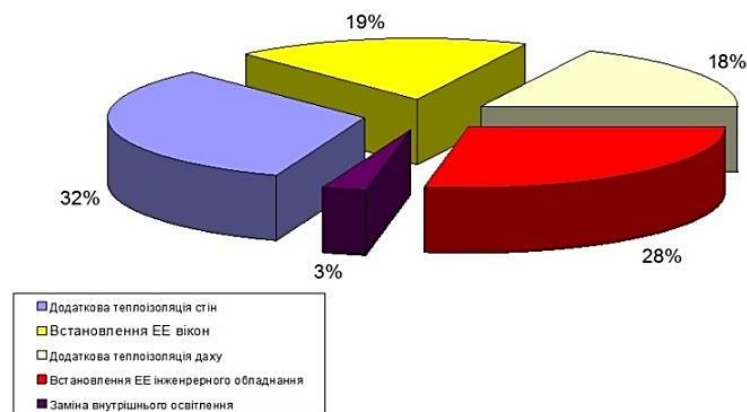
Зрозуміло, що трансмісійні втрати, це ті втрати, які зумовлюються існуючими величинами термічних опорів конструктивних елементів зовнішньої оболонки зокрема чи будівлі, в цілому. Інфільтраційні втрати – втрати енергетичних ресурсів при повітрообміні. Цю структуру та співвідношення важливо розуміти та знати для прийняття відповідних інженерно-конструктивних заходах при вирішенні питання підняття будівлею енергетичного статусу.

Трансмісійні втрати, відповідно до конструктивних елементів зовнішньої оболонки розподіляються в долях як то приведено на рисунку 13. З інформації приведеної на рисунку слідує, найвищі втрати припадають на зовнішню огорожувальну стіну, хоча в неї термічний опір не найменший, але площа її контакту з зовнішнім середовищем найбільша. Далі за кількістю втрат теплової енергії слідують вікна та двері, в комплексі разом. І на останок то конструктивне рішення покриття та перекриття над підвалом.



Рисунку 13 – Структурний розподіл втрат енергетичних ресурсів через конструктивні елементами системи будівлі

На представленій на рисунку 14 гістограмі ймовірної можливості попередження втрат енергетичних енергоресурсів слідує, що для таких конструктивних елементів будівлі, як стіна, покриття, тощо можливо майже стовідсотково попередити втрати енергетичних ресурсів при прийнятних затратах з реалізації відповідних інженерних заходів.



Рисунку 14 – Структурний розподіл втрат енергетичних ресурсів через конструктивні елементами системи будівлі

Для практичної реалізації інженерних заходів з термомодернізації та при цьому отримувати максимальну можливу ефективність необхідно чітко дотримуватись відповідних державних норм та стандартів.

Далі наводимо державні будівельні норми першочергового опрацювання:

ДБН В.1.2-11:2021 Основні вимоги до будівель та споруд. Енергозбереження та енергоефективність;

ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування;

ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель;

ДСТУ Б А.2.2-12:2015 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні;

ДСТУ Б В.2.2-39:2016 Будинки і споруди. Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель;

ДСТУ Б В.2.6-189:2013 Методи вибору теплоізоляційного матеріалу

На основі державного регулювання та політики в сфері енергоефективності необхідним є першочерговий крок в оцінці енергоефективності будівель, а саме: необхідне виконання енергетичного аудиту.

У процесі модернізації будівлі виділяють три головні фази (рисунок 15), а саме фаза проектування; фаза будівництва та монтажу; фаза експлуатації.



Рисунку 15 – Алгоритм та послідовність кроків для реалізації заходів з енергоефективності.

При оцінці існуючої ситуації з енергоефективності до уваги необхідно брати відповідні положення ДБН. Саме до одного з таких моментів відноситься Карта-схема території держави, яка приведена на рисунку 16.



Рисунку 16 – Карта-схема температурних зон України

Виконання енергетичних аудитів

Це енергетичне обстеження з метою виявлення енергетичних втрат, аналізу енергоспоживання та розробки пріоритетних заходів з енергетичної модернізації. Призначенням енергетичного аудиту є розв'язання таких завдань:

- складання балансу використання об'єктом енергетичних ресурсів;
- розроблення організаційних і технічних заходів, спрямованих на підвищення ефективності енерговикористання;
- визначення потенціалу енергозбереження;
- фінансова оцінка енергозберігаючих заходів;
- можливі потенційні джерела фінансування заходів;
- технічне завдання на проектування та впровадження заходів.

Ідеологія енергоаудиту ґрунтується на наступних основних посиленнях:

- енергоаудитори не фіксують помилки, а виявляють фактичний стан енергетичного господарства та впливові фактори на енергоспоживання;
- результати, які надаються замовнику – це, насамперед:

Звіт про енергетичний аудит, в якому визначаються:

- існуючий стан інженерних систем та елементів конструкцій будівлі,
- аналіз споживання енергетичних ресурсів споживачами будівлі,
- конкретні шляхи зниження рівня енергоспоживання з описом технічних рішень та орієнтовною вартістю.

В рамках енергоаудиту виконуються:

- аналіз та вивчення наявної проектної документації, відомостей про енергоспоживання, динаміку зміни тарифів на енергоресурси тощо;
- аналіз енергоспоживання та ресурсоспоживання в процесі діяльності;
- визначення рівня оснащеності об'єкту вузлами обліку споживання енергетичних ресурсів (комерційний та технічний облік);
- проведення необхідних замірів, зокрема мікроклімату та параметрів енергоносіїв тощо;
- тепловізійне обстеження;
- електро- та теплотехнічні розрахунки;
- розрахунок зниження викидів вуглекислого газу;
- фінансовий розділ, з визначенням орієнтовних інвестицій, економії від впровадження енергоефективних заходів та терміни окупності;

- декілька пакетів згрупованих енергозберігаючих заходів, з метою визначення оптимального до впровадження;
- календарний план впровадження енергозберігаючих заходів, що враховує витрати часу на усі етапи, такі як створення технічного завдання, процедури закупівель, проектування, погодження в усіх необхідних регулюючих органах згідно діючого законодавства, технічні роботи з дотриманням технологічних карт, пусконаладжувальні роботи та інше.

Виготовлення енергетичних сертифікатів

Сертифікація забезпечує інформування мешканців, відвідувачів, працівників про енергетичні показники будівлі, та сприяє формуванню відповідального ставлення до збереження енергоресурсів. В Україні сертифікація енергетичної ефективності будівель визначена положеннями Закону України «Про енергетичну ефективність будівель», що був прийнятий в 2017 році.

Енергетичний сертифікат – це електронний документ, що дозволяє визначити клас енергетичної ефективності будівлі, рівні споживання енергії за різними видами інженерних систем, перелік та черговість заходів з енергоефективності, що, своєю чергою, дозволять покращити показники енергетичної ефективності будівлі та привести її до рівня мінімальних вимог.

Виготовлення енергетичного сертифікату є обов'язковим для участі багатоквартирних житлових будинків, що створили ОСББ у міських або державних програмах з термомодернізації будівель.

Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» запроваджує обов'язкову сертифікацію енергетичної ефективності з 01 липня 2019 року.

Сертифікація енергетичної ефективності є обов'язковою для:

- об'єктів будівництва (нового будівництва, реконструкції, капітального ремонту), що за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів із середніми (СС2) та значними (СС3) наслідками, що визначаються відповідно до Закону України "Про регулювання містобудівної діяльності";

- будівель державної власності з опалюваною площею понад 250 квадратних метрів, які часто відвідують громадяни і у всіх приміщеннях яких розташовані органи державної влади;

- будівель з опалюваною площею понад 250 квадратних метрів, у всіх приміщеннях яких розташовані органи місцевого самоврядування (у разі здійснення ними термомодернізації таких будівель);

- будівель, в яких здійснюється термомодернізація, на яку надається державна підтримка та яка має наслідком досягнення класу енергетичної ефективності будівлі не нижче мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівлі.

Сертифікацію енергетичної ефективності та обстеження інженерних систем будівель має право здійснювати виключно атестований енергоаудитор та атестований фахівець з обстеження інженерних систем. З переліком таких фахівців можна ознайомитись в базі даних фахівців, яка розміщена на офіційному вебсайті Держенергоефективності.

Питоме енергоспоживання та стандартні показники

Абсолютне енергоспоживання:

- Показує загальне споживання будівлі МВт*г на рік; євро на рік;
- Питоме енергоспоживання.
- Показує енергоспоживання на один м² опалюваної площі будівлі кВт*г/м² на рік; євро/м² на рік; кВт*г на одного мешканця; кВт*г на одну квартиру тощо.

Питоме енергоспоживання використовується для порівняння різних будівель.

Питоме енергоспоживання дозволяє зрозуміти рівень енергоефективності будівлі (стандартні показники).

Енергоспоживання можна розглядати в абсолютних і питомих одиницях вимірювання.

Абсолютне енергоспоживання показує загальну кількість енергії, тоді як питоме енергоспоживання – споживання енергії відносно певного показника.

Абсолютне енергоспоживання не може використовуватися для порівняння двох різних будівель; цей показник більшою мірою використовується для економічного аналізу. Питоме енергоспоживання використовується для порівняння різних будівель і одержання розуміння щодо рівня енергоефективності будівлі. У сертифікатах енергоефективності, як правило, зазначаються різні класи енергоефективності, які описують рівень енергоспоживання в будівлі. Ці класи енергоефективності будівель, як правило, виражаються в кВт*г/м² на рік.

Показники енергоспоживання будівель з різним ступенем запровадження заходів з енергоефективності зображено на рисунку 17.

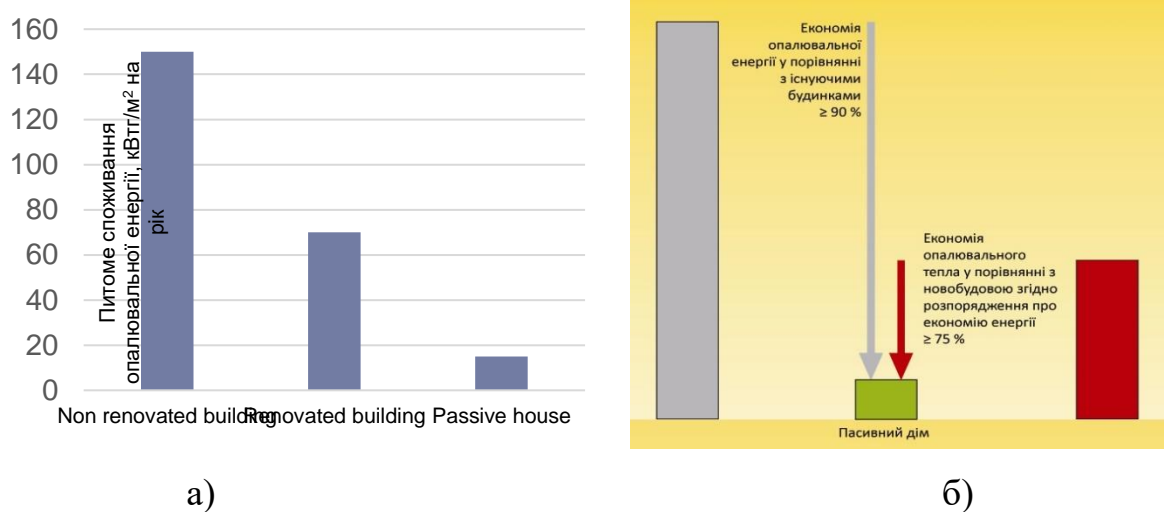


Рисунок 17 – Рівень питомого енергоспоживання для будівель з різним ступенем запровадження заходів з енергоефективності.

Інформація про ступінь реалізації заходів з енергоефективності має бути розміщена в сертифікаті з енергоефективності. Приклад такого сертифікату приведено на рисунку 18.

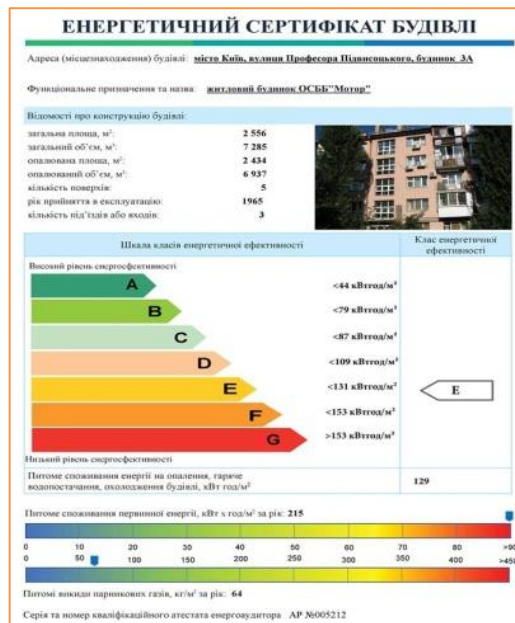


Рисунок 18 – Приклад енергетичного сертифікату будівлі

Стандартні показники використовуються, щоб зрозуміти, енергоефективна будівля чи ні. Стандартні показники, як правило, виражаються в одиницях питомого енергоспоживання. Стандартний показник означає певний обсяг питомого енергоспоживання. Наприклад, якщо на опалення вашої будівлі витрачається менше $70 \text{ кВт} \cdot \text{г} / \text{м}^2$ на рік, можна стверджувати, що, найімовірніше, утеплювати таку будівлю економічно не вигідно.

Джерела фінансування інвестицій в енергоефективність

Джерела фінансування для залучення коштів у проекти з енергоефективності у житловому секторі: кредитне фінансування, у т. ч. пільгове кредитування та механізми повернення коштів через державні програми; муніципальне співфінансування з бюджету територіальної громади на безповоротній основі; державне співфінансування на безповоротній основі; прямі інвестиції мешканців будинків, власників (співвласників) приміщень, ОСББ; договір з третьою стороною, зокрема енергосервісною компанією (ЕСКО); гранти, кошти залучені від проектів міжнародної технічної допомоги (GIZ, ПРООН та інші).

«ЕНЕРГОДІМ» - це програма часткового відшкодування витрат на заходи з енергоефективності в багатоквартирних будинках. Програма затверджена

Наглядовою радою Фонду 16 серпня 2019 року та діє до 31 грудня 2023 року на всій території України, окрім тимчасово окупованих територій.

Програма розроблена відповідно до Закону України «Про Фонд енергоефективності» №2095-VIII від 08 червня 2017 року та визначає умови та порядок надання державною установою «Фонд енергоефективності» Грантів Бенефіціарам для часткового відшкодування Прийнятних витрат, пов'язаних із здійсненням Заходів з енергоефективності (повний Перелік заходів з енергоефективності (пакет А, пакет Б) можна завантажити з сайту Фонду).

Пакет А ("Легкий") – складається з відносно недорогих заходів енергоефективності з високим рівнем окупності інвестицій (перш за все, модернізація інженерних систем будинку).

Пакет Б ("Комплексний") – включає в себе всі заходи пакету А (якщо вони не були впроваджені раніше), а також теплоізоляцію будівельних конструкцій (стін, даху, горища, підвалу).

Учасники програми: Об'єднання співвласників багатоквартирного будинку (ОСББ).

Рівень відшкодування витрат:

Грант – це часткове відшкодування витрат, що сплачує ОСББ в процесі реалізації таких заходів:

- проведення енергетичного аудиту;
- розробка проектної документації та її експертизи (в тому числі обстеження об'єкту (будівлі);
- впровадження Заходів з енергоефективності, що включає вартість робіт (послуг), обладнання та матеріалів;
- послуги з технічного та авторського нагляду;
- сертифікація енергетичної ефективності будівлі після реалізації Проекту;
- обстеження інженерних систем будівлі, на яких здійснено заходи із забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності під час реалізації Проекту.

Транш 1

ОСББ отримує Транш 1 за проведений енергоаудит (до 70% витрат на енергоаудит) протягом 30 днів з дня направлення повідомлення про схвалення Заявки 1.

Транш 2

ОСББ отримує Транш 2 на відшкодування вартості розробки проектної документації та проведення експертизи (до 70% витрат) протягом 30 днів з дня направлення повідомлення про схвалення Заявки 2.

Транш 3

ОСББ отримує Транш 3 на проведені ЕЕ заходи протягом 30 (тридцяти) робочих днів з дня повідомлення про схвалення Заявки 3.

Часткове відшкодування витрат на заходи з енергоефективності становить 40% вартості прийнятних заходів/робіт для пакету «Легкий» та 50% для пакету «Комплексний». Розмір відшкодування на енергосертифікацію та обстеження інженерних систем – до 70%.

Контроль якості будівництва

Також є контроль якості будівництва, який починається з детального опрацювання технічних питань в проектно-кошторисній документації.

Три основні аспекти контролю якості, для досягнення максимального результату з енергоефективності:

- 1) гарна теплоізоляція;
- 2) усунення / зменшення впливу містків холоду;
- 3) герметичність.

Принципові положення дотримання яких є конче необхідним для отримання ефективності після реалізації інженерних заходів, ймовірні містки «холоду» та відповідно місця які вимагають найбільшої концентрації уваги при проектуванні та реалізації робіт зображені на рисунках 19 та 20.



Рисунок 19 - Принципові положення після реалізації інженерних заходів



Рисунок 20 - Ймовірні містки «холоду»

Приклади передового практичного досвіду з реалізації заходів з енергоефективності для досягнення максимального результату з енергоефективності.

Вікна та фасади необхідно реконструювати одночасно. Тому технічні рішення з монтажу вікон для максимально ефективного збереження теплової енергії зображено на рисунку 21, технічні рішення з кріплення при монтажу віконних рам зображено на рисунку 22. Виконання робіт при утепленні зазначено на рисунках 23–27.



Рисунок 21 - Технічні рішення з монтажу вікон



Рисунок 22 - Технічні рішення з кріплення при монтажу віконних рам



Рисунок 23 – Якість виконання робіт при утепленні зовнішніх фасадних частин стінової огорожі



Рисунок 24 – Якість виконання робіт при монтажі віконних рам та кріпленні зовнішніх утеплюючих матеріалів



Рисунок 25 – Якість виконання робіт при монтажі утеплюючих матеріалів дахової покрівлі



Рисунок 26 – Якість виконання робіт після завершення монтажу утеплюючих матеріалів мансардного поверху



Рисунок 27 – Якість виконання робіт після завершення монтажу утеплюючих та досягнутий рівень герметичності

Забезпечення основних вимог при експлуатації будівель:

- механічний опір та стійкість;
- пожежна безпека;
- відсутності загрози здоров'ю або безпеці людей та шкідливого впливу на навколишнє природне середовище;
- безпека і доступність у використанні;
- захисту від шкідливого впливу шуму та вібрації;
- енергетична ефективність та збереження тепла.

Технічний стан об'єкта за рівнем придатності (таблиця 1) характеризують однією з чотирьох категорій (ДСТУ-Н В.1.2-18:2016 «Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану»):

- **нормальний** – кількісні та якісні значення всіх контрольованих параметрів технічного стану відповідають встановленим в чинних нормах значенням з врахуванням меж їх зміни та проектній документації (за наявності)
- **задовільний** – окремі показники контрольованих параметрів не відповідають вимогам норм та/або проектній документації (за наявності) і можуть частково порушувати вимоги другої групи граничних станів, але наявні порушення вимог не призводять до порушення експлуатаційних властивостей об'єкта, необхідних для його використання за визначеним призначенням
- **непридатний до нормальної експлуатації** – наявні дефекти і пошкодження, що призвели до значного зниження експлуатаційної придатності об'єкта, порушені

вимоги другої групи та окремі вимоги першої групи граничних станів, але небезпека раптового руйнування відсутня, і при контролі (моніторингу) технічного стану можливе використання об'єкта за обмеженим режимом експлуатації

- **аварійний** – наявні дефекти і пошкодження, що порушують вимоги другої та першої груп граничних станів, експлуатаційну придатність об'єкта вичерпано та/або є небезпека його раптового руйнування.

Таблиця 1 – Технічний стан об'єкта за рівнем придатності

Фізичний знос, %	Оцінка технічного стану	Загальна характеристика технічного стану
0-20	Нормальний	Пошкоджень і деформацій немає. Є окремі несправності, що не впливають на експлуатацію елемента і усуваються під час ремонту
21-40	Задовільний	Елементи будівлі в цілому придатні для експлуатації, але потребують ремонту, який найдоцільніший на цій стадії
41-60	Незадовільний	Експлуатація елементів будинку можлива лише при умові проведення їх ремонту
61-80	Крихкий	Стан несучих конструктивних елементів аварійний, а не несучих – дуже крихкий. Обмежене виконання елементами будинку своїх функцій
81-100	Непридатний	Елементи будинку знаходяться у зруйнованому стані. При зносі 100% залишки елемента повністю ліквідовані

1.3 Закордонний досвід впровадження енергоефективних заходів

У європейських країнах політика стимулювання зміни технологічної бази енергозабезпечення споживачів має на меті відмову від викопних видів палива, розширення використання відновлюваних джерел енергії, розвиток інтелектуальних мереж (робиться акцент стимулювання впровадження таких технологій). Це стало їхнім пріоритетом на найближчі роки. Для пришвидшення

розвивається низка інших технологій, що зможуть доповнювати такі нововведення (технології штучного інтелекту, інноваційні цифрові бізнес-платформи тощо).

В порівнянні з країнами ЄС, Україна перебуває лише на стартовому порозі суттєвих технологічних змін в енергетиці. Це пов'язано не лише із стратегічними пріоритетами руху до сталої, дружньої до довкілля енергетики, але й з масштабом руйнувань енергоінфраструктури внаслідок військових дій. Але цивілізований світ підтримує Україну в її прагненнях. Так, міністерка економіки та інновацій А. Армонайте заявила, що Литва має чотири конкретні будівельні проекти в Україні, але наразі, питання страхування працівників, які їдуть у зону бойових дій, ще вирішуються. Міністерка зазначила, що важливо брати участь у відбудові країни, навіть якщо війна, розпочата Росією в Україні, триває [13-14].

Як зазначено в [15], сьогодні простежуються тенденції щодо швидкого розгортання технологій чистої енергетики та зниження їх вартості. Так, з 2010 р. вартість нових сонячних електростанцій знизилася на 70%, вітрових – на 25%, а акумуляторів – на 40%. У 2016 р. – 24% виробництва електроенергії у світі припадало на поновлювані джерела. У США з 2012 року діє програма сертифікації «Вищі енергетичні характеристики» (Superior Energy Performance), що впроваджує положення міжнародного стандарту енергетичного менеджменту ISO50001:2011 з додатковими національними вимогами щодо виходу на покращені енергетичні характеристики.

Відомий факт, що Європейською Комісією та урядами країн-членів ЄС визначено пріоритетність підвищення енергетичної ефективності в житловому секторі, адже понад 40% споживання первинних енергоресурсів ЄС припадає на будівлі. Майже 2/3 цієї енергії витрачається на житлові будівлі і 1/3 – на нежитлові будівлі та споруди. При цьому 2/3 енергії, що спожита будівлею, є необхідною для роботи систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, тобто невід'ємною частиною енергоспоживання. Тому за їхніми попередніми підрахунками, при впровадженні економічно ефективних заходів, обсяги споживання буде знижено на 30%.

У цих країнах посилюються вимоги до стандартів щодо питомого споживання

енергії новими будівлями значно посилені, адже це допомагає зменшити надходження енергії з зовнішніх теплових та електричних мереж за рахунок підвищення теплоізоляції, рекуперації, власного виробітку (сонячні батареї, колектори, теплонасоси, вітрогенератори) та сонячного обігріву. Сьогодні на території ЄС не дозволяється будівництво об'єктів, які споживають понад **60 кВт·год/м² на рік**, так звані «будинки низького споживання енергії». З 2020 року розпочався масовий перехід до зведення будинків з «нульовим» енергоспоживанням. У перспективі проєктується «будинок енергія плюс» – будівля, що вироблятиме більше енергії, ніж споживатиме.

У Данії, Португалії, Швеції, Ірландії результати розрахунків представляються у вигляді річного обсягу споживання будівлею кінцевої енергії. У Німеччині, Франції, Нідерландах, Греції – у вигляді річного обсягу споживання первинної енергії. В Іспанії, Фінляндії – у вигляді коефіцієнта теплопередачі окремих елементів огорожувальної конструкції будівлі. У Норвегії – у вигляді споживання енергії і коефіцієнтів теплопередачі.

У Німеччині енергозберігаючі будинки – це будівлі, які відповідають стандарту енергозбереження, тобто мають 30 – 70 кВт·год/м² річного споживання енергії. Річне споживання енергії «пасивного» будинку не має перевищувати **15 кВт·год/м²** за національним стандартом.

У Франції з 2012 року діє стандарт на будівництво «пасивних» нових будинків, а з 2020 року – будинків «енергія плюс». Також там звільнено власників нових енергоефективних будівель від сплати податку на майно протягом 5–10 років, що дає змогу витратити більше коштів на реалізацію та удосконалення даних енергозберігаючих заходів.

В Ірландії стандарт «пасивних» будинків для нового будівництва діє з 2013 року, у Фінляндії – з 2015 року. У Данії діє вимога щодо зниження питомих витрат енергії у новобудовах на 75%, що в разі скорочує витрати на енергетичні ресурси.

Щодо України, про систему нормативно-правових актів щодо показників «пасивного» будинку не йдеться, але загалом вважається «пасивним» будинок, енергоспоживання якого не перевищуватиме 40 кВт·год/м², при тому, що

звичайні будинки сьогодні, в середньому, споживають не менше 120 кВт·год/м².

Бізнич Д. В. дослідив [16], що житловий сектор в Україні складається з близько 240 тис. багатоквартирних та 6,5 млн. приватних будинків. Майже 70 % житла в Україні було збудовано у 1946–1990 роках із застосуванням низьких стандартів енергоефективності, що призводить до надмірного споживання енергії на побутові потреби. Можемо спостерігати показники рівня споживання енергії в країнах ЄС у таблиці 2.

Таблиця 2 – Показники рівня споживання енергії в країнах ЄС (тони нафтового еквіваленту (т.н.е.)

<i>Країни Європейського союзу</i>	<i>Споживання енергії, млн. т н. е.</i>		
	<i>2005 р.</i>	<i>2012 р.</i>	<i>2020 р.</i>
Австрія	28,2	27,3	26,3
Бельгія	36,8	36,6	32,5
Болгарія	10,1	9,2	9,2
Угорщина	18,2	14,7	18,2
Німеччина	218,5	213,1	194,3
Греція	21,0	16,3	20,5
Данія	15,5	14,1	14,8
Ірландія	12,6	10,7	11,7
Іспанія	97,8	83,2	82,9
Італія	134,5	119,0	126,0
Кіпр	1,8	1,8	2,2
Латвія	4,0	4,0	4,5
Литва	4,6	4,8	4,3
Люксембург	4,5	4,2	4,2
Мальта	0,4	0,4	0,5
Нідерланди	52,4	51,1	52,2
Польща	58,3	63,6	70,4
Португалія	19,1	16,2	17,4
Румунія	24,7	22,7	30,3
Словаччина	11,6	10,3	10,4
Словенія	4,9	4,9	5,1
Фінляндія	25,3	25,3	26,7
Франція	162,8	150,8	131,4
Хорватія	6,3	5,9	9,2
Чехія	26,0	24,1	25,3
Швеція	33,7	32,4	30,3
Естонія	2,9	2,9	2,8

У Німеччині найбільший внесок у збереження енергії здійснюється за рахунок успішно реалізованої ініціативи відносно створення LEEN (Learning Energy Efficiency Networks – «Навчальних мереж енергоефективності»). Цей проєкт спрямований на зменшення споживання енергії у мережах, що за результатами апробації у Німеччині в середньому склала 2,2 % на рік. Такі проєкти з енергоефективності набирають популярність і в Україні завдяки проєктній діяльності Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) [17].

Стосовно України спостерігаємо статистику, яка висвітлює, що споживання енергії населенням для 1 особи в Україні становить 84 МДж/рік. Це найбільший показник в світі, про що свідчить знаходження України на 1 місці в рейтингу (рисунок 28). Для України такий показник свідчить про те, що країна надмірно використовує енергію [27].

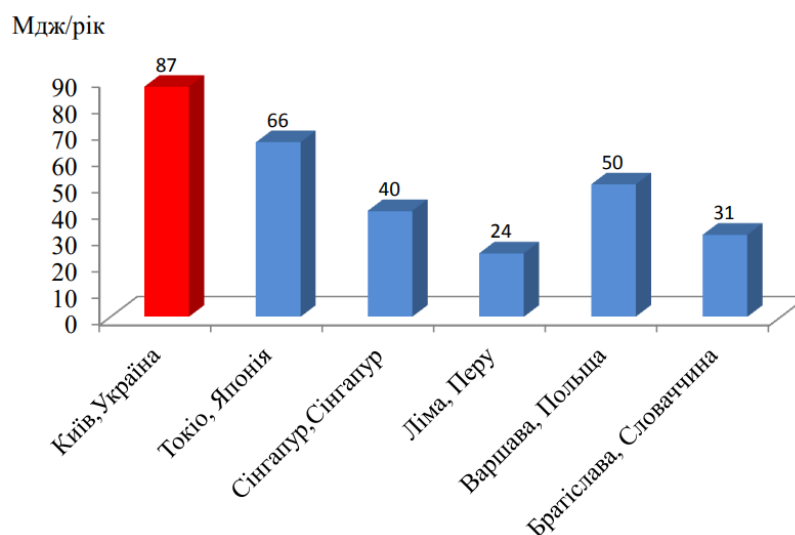


Рисунок 28 - Споживання первинної енергії населення на одну особу

Беручи до уваги таблицю статистичних даних з дослідження [28] можемо визначити, що надмірне використання енергії в Україні є наслідком високого рівня енергоспоживання житловим сектором (таблиця 3). Також за результатами розрахунків підсумкове питоме енергоспоживання (показник енергопродуктивності) в середньому в Україні складає 276 кВт·год/м² спожитої енергії та варіюється від 145 кВт·год/м² до 327 кВт·год/м² в залежності від типу будівлі та кліматичної зони, в якій досліджувана будівля розташована.

Таблиця 3 – Енергоспоживання будинків існуючого житлового фонду, визначене за результатами моделювання, тони нафтового еквіваленту (тне)

Необхідна енергія, тне	Зона I	Зона II	Зона III	Зона IV
Житлові будинки висотою від 6-ти поверхів включно	1660022,15	561610,674	239408,044	40722,887
Житлові будинки 5-ти поверхові	2154469,53	766560,448	397413,564	136108,75
Житлові будинки висотою від 2-х до 4-х поверхів	1431041,86	404752,647	237487,374	29730,566
Гуртожитки	221403,587	81204,639	41761,998	7177,068
Котеджні будинки	11016088,6	3766048,10	2197323,421	209072,40
Річне енергоспоживання житлового сектору	16483025,9	5580176,51	3113394,403	422811,59
РАЗОМ	25 599 408,43			

Використаємо схему методів енергомодернізації (схема 1), щоб визначити перелік напрямів досліджень характеристик будівлі для її подальшого вдосконалення.



Схема 1 – Основні методи енергомодернізації

Одним з критеріїв енергоефективності форми будинку є його компактність, яка представлена відношенням площі зовнішньої оболонки будинку до його об'єму, в також розташування теплих приміщень ближче до південної частини будівлі, а господарські приміщення – на північну.

Важливим є застосування ізоляційних, інженерних та конструктивних методів, а саме повне утеплення будинку, уникнення містків холоду: фундамент, стіни, дах, перекриття, віконні та дверні отвори; монтаж систем вентиляції з рекуперацією повітря; проведення підземних каналів для підігріву чи охолодження води або повітря; розміщення сонячних систем на даху або інших місцях; модернізація теплового пункту, включаючи регулювання через погодні умови; модернізація внутрішньої системи центрального опалення, включаючи установку терморегуляторів на всіх опалювальних приладах.

1.4 Сучасна нормативна база

Досліджуючи стандарти з енергоменеджменту Європейського Союзу, визначено, що у Німеччині діє велика кількість націоналізованих міжнародних та європейських стандартів з енергоефективності, зокрема:

- DIN EN 15603:2013 – Стандарт з енергоефективності будівель (загальне енергоспоживання та проведення енергетичної оцінки).
- DIN EN ISO 13790:2008 – Енергоефективність будівель (розрахунок споживання енергії в приміщеннях).
- DIN EN ISO 50001:2011 – Системи енергоменеджменту (вимоги і настанови).

Для проєктування та впровадження заходів з термомодернізації будівель розроблено та впроваджено базовий перелік основних державних стандартів, що забезпечують системність проведення енергетичних аудитів, а саме:

- ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016 Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану.
- ДСТУ 8855:2019 Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності).
- ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги.
- ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення.
- ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи.

- ДБН В.2.6-220:2017 Покриття будівель і споруд.
- ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель.
- ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель.
- ДБН В.2.6-33:2018 Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування.
- ДСТУ EN 14351-1:2020 Вікна та двері. Вимоги.
- ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування.
- ДСТУ 3339-96 Теплолічильники. Загальні технічні вимоги.
- ДБН В.2.5-39:2008 Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі.
- ДБН В.2.5-64:2012 Внутрішній водопровід та каналізація.
- ДСТУ EN 12831-1:2017 Енергоефективність будівель. Метод розрахунку проектного теплового навантаження. Частина 1. Теплове навантаження, Модуль МЗ-3 (EN 12831-1:2017, IDT).
- ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення.
- ДБН В.2.5-23:2010 Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення.
- ДСТУ ISO 50002:2016 Енергетичні аудити. Вимоги та настанова щодо їх проведення.

1.5 Висновки до розділу 1

Для якісного та унормованого виконання заходів з термомодернізації будинків масових серій забудови необхідно враховувати показники використання усіх форм енергетичних продуктів та конструктивних особливостей будівель.

Для розроблення заходів з енергоефективності та їх оцінки необхідно визначити оптимальний варіант, коли модернізація типової забудови відбуватиметься на основі типових проєктних рішень, але важливим з факторів вважатимуться індивідуальні особливості та конкретні умови реконструкції.

РОЗДІЛ 2. ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАХОДІВ З ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ

Досвід багатьох країн відображає собою актуальність комплексної термомодернізації існуючого житлового фонду, адже саме за такого підходу можливо суттєво вплинути на скорочення споживання енергоресурсів.

Відповідно до Закону [11] стосовно проведення комплексної термомодернізації в Україні, на теперішній час визначено мінімальні вимоги для виконання енергоефективних заходів. Ці вимоги диференціюються залежно від функціонального призначення будівель, їх поверховості та виду, та застосовуються у новому будівництві, капітальному ремонті, реконструкції. До них належать:

- термомодернізація будівлі не передбачає лише часткового утеплення фасаду, а повинна мати системний характер, тобто з врахуванням технічного стану конструкцій та будинку в цілому, заходи слід запроваджувати системно та комплексно;

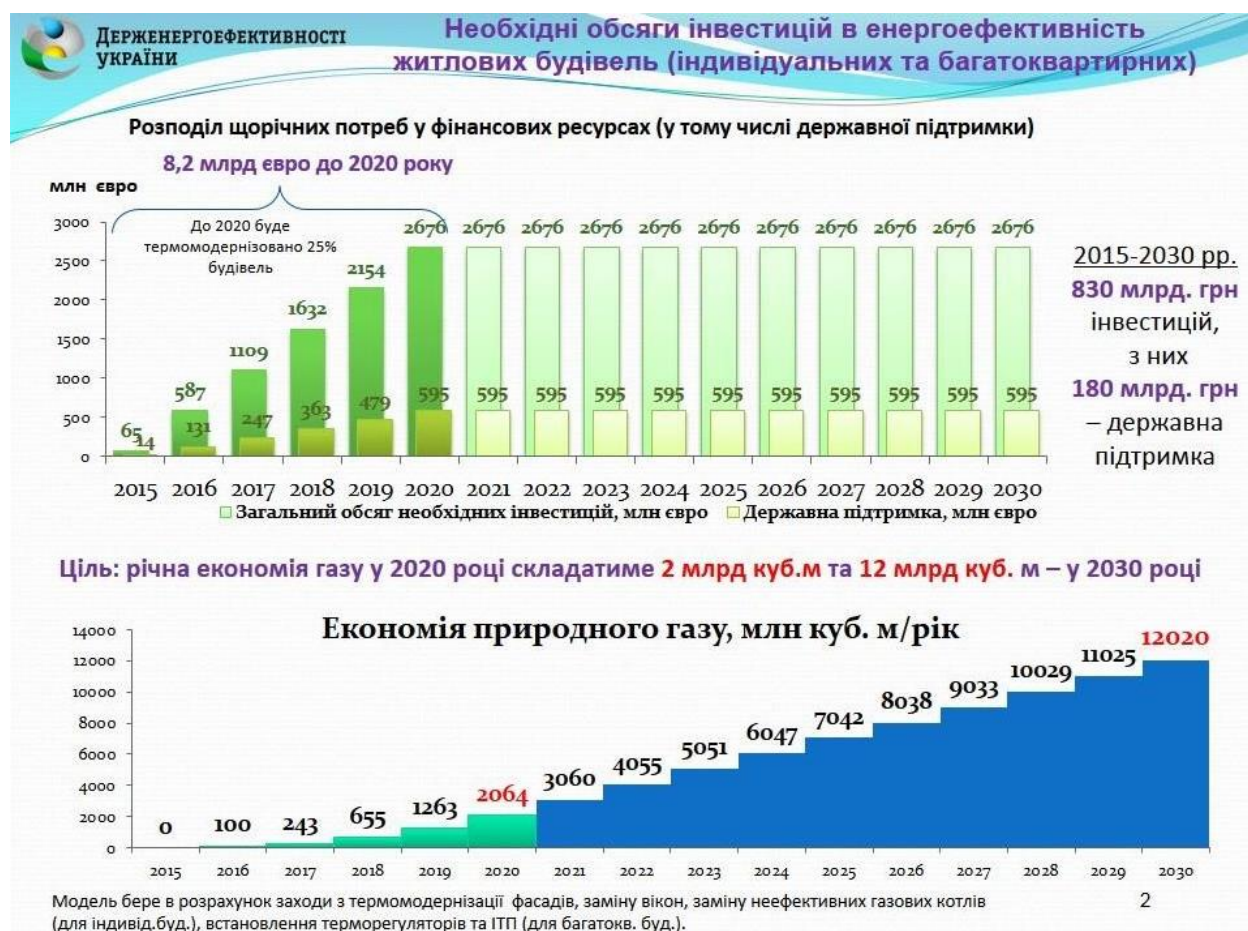
- зміна положень щодо сертифікації осіб, які мають намір провадити діяльність із сертифікації. Енергоаудитор (фахівець з аудиту енергетичної ефективності будівель) зобов'язаний аналізувати інформацію для розрахунків показників енергетичної ефективності будівель та виконувати розрахунки для створення енергетичного сертифікату, відповідно до [18].

- додається нова норма, яка встановлює систему енергетичного менеджменту будівлі;

- закріплюється регулювання питання Стратегії термомодернізації будівель.

До першочергових кроків для термомодернізації будинку входить модернізація систем опалення; теплоізолювання трубопроводів; оновлення вентиляції (централізована вентиляційна установка, пристрої з рекуперацією); влаштування теплоізоляції даху, фасадів, підвалу; утеплення під'їзду (заміна дверей і вікон загального призначення, утеплення виходів на дах).

Насьогодні термомодернізацію потребує переважна більшість існуючих будівель, виконання якої дасть змогу значно економити природний газ (рисунок 29).



Джерело: УКРАЇНА КОМУНАЛЬНА [19]

Рисунок 29 – Моніторинг потреб і витрат для досягнення енергоефективності

2.1 Обстеження технічного стану типової серійної житлової будівлі

Враховуючи те, що в магістерській роботі вивчаємо житлові будинки масових серій забудови в Україні, беремо на опрацювання типовий п'ятиповерховий шестисекційний житловий будинок, схожі з яким збудовані в таких областях України як Чернігівська, Київська тощо.

Дану будівлю зведено відповідно до серії 114-87 у 1998 році у місті Чернігів за адресою вул. В'ячеслава Радченка, 12. Вона відповідає таким показникам, як призначення – житлова будівля, площа забудови – 900 м², поверховість – 5 поверхів

і підвал (проста прямокутна форма в плані) висотою 2,5 м кожен, конструктивна система будівлі – жорстка з несучими поздовжніми зовнішніми і внутрішніми стінами, стіни – силікатна цегла на цементно-піщаному розчині, фундаменти – стрічкові з залізобетону, перекриття – залізобетонні плити, покрівля – суміщена з організованим внутрішнім водовідведенням, сходи – збірні залізобетонні, наявні балкони та лоджії.

Обстеження будівлі вцілому, її технічного стану виконується у відповідності до нормативно-правових вимог [2; 20] та ряду нормативних документів.

При зборі та обробленні вихідної інформації і вподальшому виконанні розрахунків, зокрема на основі кліматичних показників, беремо для прикладу житловий будинок в І кліматичній зоні, а саме в Чернігівській області, місті Чернігів, на вулиці В'ячеслава Радченка, 12.

Стадіями технічного обстеження є:

1. Візуальне ознайомлення з будівельним об'єктом;
2. Ознайомлення з вихідними даними та наявною документацією;
3. Вивчення та аналіз фактичних умов та правил експлуатації об'єкта (їх порушень, за наявності);
4. Виявлення дефектів та пошкоджень будівельних конструкцій, їх заміри;
5. Фотофіксація дефектів, пошкоджень та стану будівельних конструкцій вцілому;
6. Опрацювання отриманої інформації, визначення технічного стану об'єкту (також розроблення, у разі необхідності, рекомендацій щодо безпечної експлуатації об'єкта);
7. Складання Звіту за результатами технічного обстеження (повноцінний Звіт за державною формою з подальшим використанням його на об'єкті виконується відповідної кваліфікації спеціалістом з оцінки технічного стану).

Як зазначалось вище, об'єктом, який обстежується є житлова будівля (Рисунок 30).



Рисунок 30 – Типова серійна будівля

Це п'ятиповерхова з підвалом (площею під всієї будівлею), має просту прямокутну форму в плані. Висота поверхів (та підвалу) – 2,5 м.

Зовнішні стіни із силікатної цегли (на цем.-піщ. розчині). Перекриття – залізобетонні плити. Фундаменти – залізобетонний стрічковий. Дах - суміщений з організованим внутрішнім водовідведенням. Покриття – рулонне (утеплювачем слугує керамзитовий шлак). Підвал не опалювальний. Сходові клітини опалюються.

Будівля має таке інженерне обладнання:

- системи холодного та гарячого водопостачання;
- система каналізації;
- системи вентиляції (природня).
- система водяного опалення, приєднана до централізованого тепlopостачання;
- газопостачання (наявність труб відведення продуктів згорання газу, димара газового теплогенератора, який є джерелом індивідуальної системи опалення);
- освітлювальна та силова електромережі напругою 380/220 В.

Ступінь вогнестійкості будівлі (в залежності від її конструктивних характеристик) – II. Орієнтовний клас наслідків (відповідальності) – СС2.

Орієнтовна сейсмічність майданчика будівництва (для ділянки з середніми за сейсмічними властивостями ґрунтами та класу наслідків СС2) – 5 балів [21].

Район Чернігівської області відноситься до I Північно-західного кліматичного району [22], а також до 6 району за характеристичним значенням ваги снігового покриву ($S_0 = 1600 \text{ Па}$) та до 2 району за характеристичним значенням вітрового тиску ($W_0 = 1600 \text{ Па}$) [23].

Обстеження об'єкту проводиться на відповідність вимогам щодо забезпечення механічного опору та стійкості відповідно до Технічного регламенту будівельних виробів, будівель і споруд. Враховуються також вимоги до експлуатаційної придатності, а саме пожежна безпека, безпека експлуатації, захист навколишнього природного середовища та життя і здоров'я людей.

Результати обстеження конструктивних елементів із явно вираженими дефектами та пошкодженнями наведено у наступному переліку (із визначенням категорії технічного стану: 1 – нормальний, 2 – придатний до експлуатації):

1. Стіни. Категорія 2. Наявні тріщини температурного характеру, вивітрювання розчину у швах цегляної кладки стін (Рисунок 31). Дерев'яні вікна не придатні до експлуатації. Тепловий опір стін не відповідає сучасним нормам з енергозбереження.
2. Перекриття. Категорія 1. В задовільному стані.
3. Покрівля. Категорія 1. Значні пошкодження гідроізоляційного килима на парапетах (Рисунок 32).

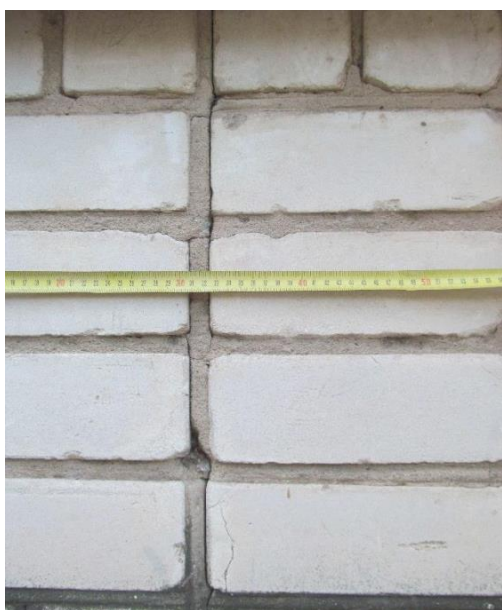


Рисунок 31 - Зовнішні стіни



Рисунок 32 – Кріплення

4. Підвал. Категорія 2. Ізоляція мереж значно пошкоджена. Найвні місця потрапляння вологи ззовні будівлі (Рисунок 33).
5. Балкони та лоджії. Категорія 2. Локальні надщерблення балконних плит.
6. Цокольне оздоблення. Категорія 2. Локальні місця просідання вимощення та потрапляння вологи в підвал. Вхід до підвалу має місця затікання (Рисунок 34).
7. Вентиляційні канали та шахти. Категорія 2. Руйнування атмосферними опадами цегляної кладки витяжного вент. каналу на даху.



Рисунок 33- Технічний стан ізоляції труб у підвалі

Технічний стан будівельних конструкцій типового житлового будинку, в залежності від технічного стану її несучих та огорожувальних конструкцій, в цілому, можливо віднести до стану II – придатний до нормальної експлуатації.

Наявні дефекти та пошкодження знижують несучу здатність та довговічність об'єкта та перешкоджають нормальній його експлуатації.



Рисунок 34 - Вхід до підвалу

На теперішній момент стан конструкцій будівлі оцінюється придатним до подальшого ремонту, в тому числі для проектування комплексної модернізації будівлі, при умові виконання рекомендацій, зазначених нижче, а саме:

1. До початку ремонтних робіт на виявлених тріщинах у стінах встановити маяки і проводити регулярні спостереження за їх станом для визначення характеру і стадії деформацій. Маяки на зовнішніх стінах – виготовлені з цементного розчину, в сухих приміщеннях – гіпсові. Вони повинні ставитись на очищену поверхню кладки з таким розрахунком перекривання тріщини і заходили за неї на 100-150 мм. При виявленні прогресуючих деформацій ґрунтових основ на фундаментах необхідно проведення додаткових обстежень.

2. В місцях руйнування цегляної кладки зовнішніх стін та цоколя, а також у місцях відшарування та ремонту облицювального шару зовнішніх стін, перед

нанесенням теплоізоляційних шарів видалити пошкоджені ділянки та виконати відновлення первісної товщини, наприклад, шляхом оштукатурювання поверхні цементно-піщаним розчином марки М50-М100.

3. При відновлюванні шару цементно-піщаного розчину з цегляною кладкою забезпечувати влаштування таких конструктивних заходів, а саме перев'язку анкерами, глибина закладання яких не менше 120 мм, а крок анкерів рівний 0,4 м висотою і 0,6 м довжиною в шаховому порядку. До анкерів приварити арматурні сітки (кількість арматурних сіток, приймається в залежності від ступеня пошкодження цегляної кладки).

4. Виконати ремонт існуючої м'якої покрівлі в місцях стику з вентиляційними каналами та парапетами.

Ще виконаємо перевірочний розрахунок навантаження на перекриття даху, результати якого заносимо до таблиці 4, з якої визначаємо, що розрахункове навантаження на плиту перекриття складає 452,4 кг/м² (нормативне 800 кг/м²), а запас міцності – 347,6 кг/м².

Таблиця 4 – Перевірочний розрахунок навантаження на перекриття даху

№ з/п	Вид та склад навантаження	Коефіцієнт надійності, γ_{fm}	Розрахункове навантаження, кг/м ²
1.	Плити мінеральної вати, $t=0,2$ м, $\rho=45$ кг/м ³	1,2	10,8
2.	Пісок, $t=0,05$ м, $\rho=1600$ кг/м ³	1,2	96
3.	Залізобетонна панель перекриття, $t=0,22$ м	1,1	316,8
4.	Лист ГКЛ із опорядженням, $t=0,03$ м, $\rho=800$ кг/м ³	1,2	28,8
Всього			452,4

При необхідності перекласти пошкоджену цегляну кладку витяжного вентиляційного каналу (шахти) на даху.

5. Виконати вертикальне планування території навколо будівлі з відновленням вимощення шириною не менше 1 м з обов'язковим ухилом 3% від стін та видалити дерева, розташовані ближче 5 м від фундаментів будівлі.

6. В процесі експлуатації, будівля повинна перебувати під систематичним спостереженням інженерно-технічних працівників, відповідальних за збереження цього об'єкта. Чергові технічні огляди будівлі повинні проводитися не рідше двох разів на рік, але після стихійних лих (зливи, снігопади, посилені вітри) обов'язково проводити позачергові огляди.

Під систематичним спостереженням розуміється зберігання належного стану планування землі біля будівлі, для забезпечення відведення атмосферних опадів, ведення ретельного спостереження за поведінкою тріщин в стінах і конструкцій вцілому, також не допускати перевантажень будівельних конструкцій, не допускати пробивання отворів у перекриттях і стінах без письмової згоди призначених відповідальних осіб.

Для даної будівлі, що визнана придатною до нормальної експлуатації, термін періодичних планових обстежень складає не рідше ніж один раз на рік.

2.2 Висновки до розділу 2

Для досягнення цілей з енергоефективності необхідним є дотримання вимог при виконанні всіх стадій проєктних та будівельно-монтажних робіт. Тому збір інформації про об'єкт, подальше її опрацювання, проведення обстежень є базовою навичкою кваліфікованих проєктантів. Невід'ємною частиною експертних висновків є перевірочні розрахунки.

До складу робіт з обстеження будівель в основному входять загальний огляд будинку, збір загальних відомостей про будинок (час будівництва, строки експлуатації), загальна характеристика об'ємно-планувального та конструктивного рішень, систем інженерних мереж і устаткування. Також обстеження більш детальне включає в себе візуальне обстеження конструкцій (з фотофіксацією видимих дефектів), обмірювальні роботи, інструментальні обстеження (вимір прогинів і деформацій визначення характеристик матеріалу несучих конструкцій тощо).

3. ТЕХНІЧНА ОЦІНКА ЗАХОДІВ З ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ 5-ТИ ПОВЕРХОВОЇ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ

Під термомодернізацією будівлі розуміється проведення комплексу робіт, спрямованих на підвищення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій, також пониження показників споживання енергетичних ресурсів інженерними системами, забезпечення енергоефективності будинку на рівні, який встановлено відповідно до мінімальних вимог енергетичної ефективності будівель, що здійснюється під час виконання робіт з реконструкції та капітального ремонту.

Тому виконуємо розрахунки з визначеними об'ємно-планувальними показниками для типового житлового серійного 5-ти поверхового будинку.

1. Архітектурно-будівельний кліматичний район: I – північно-східний (температурна зона I);

2. Розрахункова температура внутрішнього повітря ($t_{в}$): + 20°C;

3. Розрахункова температура зовнішнього повітря: - 23°C;

4. Розрахункова вологість внутрішнього повітря ($\varphi_{в}$): 55%;

5. Кондиціонована площа – $A_f = 4\,200\text{ м}^2$;

6. Кондиціонований об'єм – $V = 11\,595,00\text{ м}^3$;

7. Загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій – $A_{\Sigma} = 5\,150,06\text{ м}^2$;

8. Площа зовнішніх стін кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям – $A_i = 2\,324,5\text{ м}^2$;

9. Площа стін кондиціонованого об'єму, що межують з некондиціонованим об'ємом – $A_{iu} = 645,01\text{ м}^2$;

10. Площа стін некондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям – $A_{ue} = 52,1\text{ м}^2$;

11. Площа вікон і балконних дверей кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям – $A_{wi} = 388,21\text{ м}^2$;

12. Площа вікон і балконних дверей некондиціонованого об'єму, що межують з некондиціонованим об'ємом – $A_{wiu} = 93,89\text{ м}^2$;

13. Площа дверей кондиціонованого об'єму, що межують з некондиціонованим об'ємом – $A_{fduc} = 16,38 \text{ м}^2$;

14. Площа суміщених покриттів кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям – $A_{cci} = 841,24 \text{ м}^2$;

15. Площа перекриттів між кондиціонованим об'ємом і некондиціонованим простором підвалу – $A_{cubiu} = 841 \text{ м}^2$.

Згідно з додатком Б ДБН В.2.6-31:2021 для житлової будівлі розрахункова температура внутрішнього повітря приймається $t_v = 20^\circ\text{C}$, розрахункове значення відносної вологості приміщень 55 %. Розрахункова температура зовнішнього повітря складає $t_z = -22^\circ\text{C}$.

Середньомісячну наведено в таблиці 5. А середньомісячні значення абсолютного вологовмісту зовнішнього повітря в таблиці 6. Дані кліматичні параметри визначені на підставі [22].

Таблиця 5 – Середньомісячна температура зовнішнього повітря

Область	Середньомісячна температура зовнішнього повітря, $^\circ\text{C}$												Середня за рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Чернігівська	-5,9	-4,9	-0,1	8,0	14,4	17,6	19,2	18,1	12,9	6,9	1,0	-3,5	7,0

Таблиця 6 – Середньомісячні значення абсолютного вологовмісту зовн. повітря

Населений пункт	Абсолютний вологовміст, г/кг, для місяця											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Чернігів	1,9	2,1	3,0	4,8	6,9	9,0	10,1	9,6	7,3	5,2	3,7	2,5

Згідно з п. 5.5 ДБН В.2.6-31 для житлових будинків допустимий перепад між температурою внутрішнього повітря та температурою внутрішньої поверхні стін складає $\Delta\theta = 4,0^\circ\text{C}$, покриття та перекриття горищ складає $\Delta\theta = 3,0^\circ\text{C}$, перекриття над підвалами $\Delta\theta = 2,0^\circ\text{C}$. А мінімально допустиме значення температури внутрішньої поверхні $\theta_{\min} = 10,7^\circ\text{C}$.

Отже, визначаємо теплотехнічні показники огорожувальних конструкцій. Величини розрахункових теплофізичних (параметрів) характеристик будівельних матеріалів шарів огорожувальних конструкцій, приймаємо згідно з ДСТУ Б В.2.6-189:2013*. Заносимо до таблиці 7.

Таблиця 7 – Характеристики теплоізоляційних матеріалів

Показники	Зовнішні стіни					Огородження лоджій	Перекрыття неопаловального підвалу	Суміщене покриття	
	Основне поле	Протипожежні пояси	Відкоси зверху і по бокам	Відкоси знизу	Цоколь			Основне поле	Протипожежні пояси
Матеріал утеплення	Спінений полістирол за ДСТУ EN 13163 (EPS 90)	Мінеральна вата ДСТУ Б В.2.7-167 (MW 135)	Мінеральна вата ДСТУ Б В.2.7-167	Екструдований пінополістирол ДСТУ Б EN 13164 (XPS)	Екструдований пінополістирол ДСТУ Б EN 13164 (XPS)	Мінеральна вата ДСТУ Б В.2.7-167 (MW 135)	Мінеральна вата ДСТУ Б В.2.7-167 (MW 100)	Екструдований пінополістирол ДСТУ Б EN 13164	Мінеральна вата ДСТУ Б В.2.7-167
Товщина, мм	150	150	20	20	50	150	100	200	200
Густина, кг/м ³	16	135	135	30	30	135	100	30	135
Теплопровідність в умовах експлуатації Б*, Вт/(м·К)	0,04	0,045	0,045	0,038	0,038	0,045	0,041	0,038	0,045
Група горючості	Г1	НГ	НГ	Г1	Г1	НГ	НГ	Г1	НГ
Міцність на стиск/ границя міцності при стиску, МПа	0,09	0,04	0,04	0,25	0,25	0,04	0,03	0,25	0,04
Границя міцності при розтягу, МПа	0,1	0,015	0,015	-	-	0,015	0,015	-	0,015
Строк ефективної експлуатації, умовних років	50	25	25	25	25	25	25	25	25

* На період виконання розрахунків станом на січень 2023 р. ДСТУ дійсний, з 01.03.2023 р. замінено на ДСТУ 9191:2022.

Приведений опір теплопередачі термічно неоднорідної непрозорої огорожувальної конструкції розраховується відповідно до ДСТУ Б В.2.6-189:2013 за вказаною формулою:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{i\text{п}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}}$$

де,

$a_в$, $a_з$ - коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м²·К), приймаються згідно з додатком Б ДСТУ Б В.2.6-189;

R_i – тепловий опір i -го шару конструкції, (м²·К)/Вт;

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

n – кількість шарів огорожувальної конструкції;

δ_i – товщина i -го шару зовнішніх стін, м.

Приведений опір теплопередачі термічно неоднорідної непрозорої огорожувальної конструкції розраховується також за ДСТУ Б В.2.6-189:2013, за

$$R_{\Sigma np} = \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^n \frac{F_i}{R_{\Sigma i}} + \sum_{j=1}^n k_j L_j + \sum_{k=1}^n \psi_k N_k}$$

формулою:

де

F_{Σ} – загальна площа конструкції (для зовнішніх стін включаючи площу внутрішніх відкосів), м²;

$R_{\Sigma i}$ – опір теплопередачі i -ої термічно однорідних частини конструкції, м²·К/Вт;

F_i – площа i -ої термічно однорідної частини конструкції, м²;

k_j – лінійний коефіцієнт теплопередачі j -го лінійного теплопровідного включення, Вт/(м·К);

L_j – лінійний розмір (проекція), j -го лінійного теплопровідного включення, м;

ψ_k – точковий коефіцієнт теплопередачі k -го точкового теплопровідного включення, Вт/К;

N_k – загальна кількість k -их точкових теплопровідних включень, шт.

Результати розрахунку опору теплопередачі термічно однорідних непрозорих конструкцій, також їхній склад заносимо до таблиці 8.

Таблиця 8 – Склад та опір теплопередачі термічно однорідних непрозорих конструкцій

Склад зовнішніх стін	Густина в сухому стані ρ_0 , кг/м ³	Товщина шару d_i , мм	Розрахункові характеристики в умовах експлуатації				Коефіцієнт теплопровідності внутрішньої поверхні $\alpha_{вн}$, Вт/(м ² ·К)	Коефіцієнт теплопровідності зовнішньої поверхні $\alpha_{зовн}$, Вт/(м ² ·К)	Опір теплопередачі конструкції R_{Σ} , м ² ·К/Вт
			Теплопровідність λ_i , Вт/(м·К)	Коефіцієнт теплозасвоєння s_i , Вт/(м ² ·К)	Коефіцієнт паропроникності μ_i , мг/(м·год·Па)	Розрахунковий вміст вологи за масою w_i , %			
1. Зовнішні стіни по основному полю									
Розчин цементно-піщаний	1800	20	0,93	11,09	0,09	4	8,7	23	4,53
Кладка силікатної повнотілої цегли на цементно-піщаному розчині	1800	510	0,87	10,9	0,11	4			
Вироби зі спіненого пінополістиролу	16	150	0,04	0,33	0,05	10			
Розчин цементно-піщаний	1800	15	0,93	11,09	0,09	4			
2. Зовнішні стіни в місцях протипожежних поясів									
Розчин цементно-піщаний	1800	20	0,93	11,09	0,09	4	8,7	23	4,12
Кладка силікатної повнотілої цегли на цементно-піщаному розчині	1800	510	0,87	10,9	0,11	4			
Вироби теплоізоляційні мінераловатні	135	150	0,045	0,63	0,43	1			
Розчин цементно-піщаний	1800	15	0,93	11,09	0,09	4			
3. Зовнішні стіни, що межують з некондиціонованими об'ємами (балкони, лоджії, прибудовані тамбури)									
Розчин цементно-піщаний	1800	20	0,93	11,09	0,09	4	8,7	12	0,82
Кладка силікатної повнотілої цегли на цементно-піщаному розчині	1800	510	0,87	10,9	0,11	4			
4. Суміщене покриття по основному полю									
Залізобетон	2500	220	2,04	18,95	0,03	3	8,7	23	6,15
Гравій керамзитовий	600	100	0,19	2,83	0,23	3			
Пароізоляційна плівка	1000	0,003	0,17	8,56	0,001	0			
Вироби із екструдованого пінополістиролу	32	200	0,038	0,34	0,008	1			
Розчин цементно-піщаний	1800	50	0,93	11,09	0,09	4			
Руберойд	1000	5	0,17	3,53	0,001	0			
5. Суміщене покриття в місцях протипожежних поясів									
Залізобетон	2500	220	2,04	18,95	0,03	3	8,7	23	5,33
Гравій керамзитовий	600	100	0,19	2,83	0,23	3			
Пароізоляційна плівка	1000	0,003	0,17	8,56	0,001	0			
Вироби теплоізоляційні мінераловатні	135	200	0,045	0,63	0,43	1			
Розчин цементно-піщаний	1800	50	0,93	11,09	0,09	4			
Руберойд	1000	5	0,17	3,53	0,001	0			
6. Перекриття неопалювального підвалу									
Плити керамічні для підлоги	2000	20	1,1	12,55	0,06	5	8,7	12	3,29
Залізобетон	2500	220	2,04	18,95	0,03	3			
Вироби теплоізоляційні мінераловатні	100	120	0,041	0,56	0,47	1			
Розчин цементно-піщаний	1800	20	0,93	11,09	0,09	4			
7. Стіна між сходовою клітиною та неопалювальним підвалом									
Розчин цементно-піщаний	1800	20	0,93	11,09	0,09	4	8,7	12	3,6
Кладка силікатної повнотілої цегли на цементно-піщаному розчині	1800	380	0,87	10,9	0,11	4			
Вироби теплоізоляційні мінераловатні	100	120	0,041	0,56	0,47	1			
Розчин цементно-піщаний	1800	20	0,93	11,09	0,09	4			

3.1 Огороджувальні конструкції

Характеристики існуючих огороджувальних конструкцій:

1. *Зовнішні непрозорі стіни.* Внутрішнє опорядження штукатуркою, стіни з силікатної цегли із цементно-піщаним розчином, товщина 0,51 м. Стіни тамбуру – з силікатної цегли на цементно-піщаному розчині товщ. 0,38 м.

Геометричні характеристики зовнішніх стін, що визначені згідно підрахунку внутрішніх поверхонь, наводимо в таблиці 9.

Таблиця 9 - Геометричні характеристики зовнішніх стін

№ п/п	Вид огороджувальної конструкції теплоізоляційної оболонки	Площа А, м ²
1	Зовнішні стіни, з них:	2969,51
2	Зовнішні стіни, що межують з зовнішнім повітрям	2324,5
2.1	- стіни по основному полю з утепленням EPS	1475,5
2.2	- стіни по основному полю з утепленням MW	849
2.3	- відкоси	90,7
3	Зовнішні стіни, що межують з некондиціонованим об'ємом	645,01

Теплотехнічний розрахунок зовнішніх стін, що межують з зовнішнім повітрям має на меті визначити необхідну товщину утеплювача, виходячи з умов щодо мінімально допустимого значення опору теплопередачі за ДБН В.2.6-31.

Відповідно п. 5.6 ДСТУ Б В.2.6-189:2013 для визначення необхідної товщини утеплювача при розрахунку $R_{\Sigma пр}$, враховуються теплопровідні включення, що відносяться до характерних особливостей відповідного типу непрозорої огороджувальної конструкції, ними є з'єднувальні елементи, дюбелі, кронштейни, віконні відкоси.

Термічний вплив теплопровідних включень, що визначаються конструктивними особливостями всієї будівлі, а саме: міжповерхові та балконні перекриття, колони, пілони, кутові примикання тощо, при визначенні необхідної товщини теплоізоляційного шару не враховують. Характеристику таких включень заносимо до таблиці 10.

Таблиця 10 – Теплопровідні включення зовнішніх стін, що межують із зовнішнім повітрям, що відносяться до особливостей відповідного типу

Найменування теплопровідного включення	Протяжність, L , м	Кількість, шт.	Лінійний коефіцієнт тепло передачі, k , Вт/(м·К)	Точковий коефіцієнт теплопередачі, ψ , Вт/К,	Значення
Примикання зовнішніх стін до віконного відкосу в зоні підвіконня	150,48	–	0,116	–	17,46
Примикання зовнішніх стін до віконного відкосу в зоні перемички	150,48	–	0,133	–	20,01
Примикання зовнішніх стін до віконного відкосу в зоні рядового примикання	482,4	–	0,094	–	45,53
Пластиковий дюбель з металевим стрижнем для кріплення теплоізоляційного шару	–	13950	–	0,005	69,75
Несучі кронштейни для кріплення (газопроводи, кондиціонери)	–	160	–	0,015	2,4

Користуючись ДСТУ Б А.2.2-8:2010 виконуємо розрахунок приведенного опору теплопередачі термічно неоднорідної стіни кондиціонованого об'єму, що межує із зовнішнім середовищем. Він становитиме:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^I \frac{F_i}{R_{\Sigma i}} + \sum_{j=1}^J k_j L_j + \sum_{k=1}^K \psi_k N_k} =$$

$$\frac{1475,5}{\frac{1475,5}{4,53} + \frac{849}{4,12} + 150,48 * 0,116 + 150,48 * 0,133 + 482,4 * 0,094 + 13950 * 0,005 + 160 * 0,015} =$$

$$= 4,02 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}.$$

Перевіряємо виконання умови п. 5.2 ДБН В.2.6-31, за формулою:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} \geq R_{q \text{ min}}$$

$$4,02 \geq 4,0$$

Отже, приведенний опір теплопередачі зовнішніх стін будівлі, що межують з зовнішнім повітрям відповідає мінімальним вимогам, товщина утеплювача підібрана правильно.

У будівлі також присутні ділянки зовнішніх стін, що не утеплюються. Це стіни фасадів, які знаходяться за зашкеленими балконами та лоджіями на 1-му та 2-му поверхах. Дані про них наведено в таблиці 11.

Таблиця 11 – Характеристики зовнішніх стін

№ п/п	Вид огорожувальної конструкції теплоізоляційної оболонки	Площа А, м ²	Значення опору теплопередачі, R, м ² ·К/Вт.
1	Зовнішні стіни, з них:	2969,51	
2	Зовнішні стіни, що межують з зовнішнім повітрям	2324,5	3,52
3	Зовнішні стіни, що межують з некондиціонованим об'ємом	645,01	0,82

Далі виконуємо розрахунок приведенного опору теплопередачі всієї площі фасаду будинку відповідно до (А.3) ДСТУ Б А.2.2-8:2010, за формулою:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \sum_{i=1}^n \frac{R_{\Sigma i} * Fi}{F_{\Sigma}} = \frac{4,22 * 2324,5}{2969,5} + \frac{0,82 * 645,01}{2969,5} = 3,48 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

Де $R_{\Sigma \text{ пр}}$ - приведений опір теплопередачі всієї площі фасаду будинку, м²·К/Вт

$R_{\Sigma i}$ - значення опору теплопередачі ділянки фасаду, м²·К/Вт

Fi - площа ділянки фасаду, м²

F_{Σ} - загальна площа фасаду, м²

$$\text{Отже, } R_{\Sigma \text{ пр}} = 3,48 \text{ м}^2 \text{К/Вт.}$$

Далі виконуємо теплотехнічний розрахунок зовнішніх стін, що межують із некондиціонованим об'ємом, його мета визначити температуру в некондиціонованому об'ємі, що необхідна для розрахунку поправочного коефіцієнта b_U . (даний коеф. використовується безпосередньо кваліфікованими спеціалістами при оформленні енергетичного сертифікату). Некондиціоновані об'єми, що наявні в будівлі мають декілька типів. Їх характеристики зазначені в таблиці 12.

Таблиця 12 – Характеристики огороджувальних конструкцій неопалювальних об'ємів

Тип	Назва некондиціонованого об'єму	Кількість, шт	Об'єм, м ³	Огородження некондиціонованих об'ємів			Зовнішні стіни, що граничать з некондиціонованим об'ємом		
				Тип огороження	Площа, м ²	Опір теплопередачі, м ² ·К/Вт	Тип ОК	Площа, м ²	Опір теплопередачі, м ² ·К/Вт
Тип-1	Балкон рядовий	1	6,59	фасадна частина: сендвіч-панель з MW $\delta=40$ мм	3,5	1,09	Зовнішня стіна	8,8	0,82
				бокова частина: сендвіч-панель з MW $\delta=40$ мм	2,15	1,09	Вікно балконного блоку	0,9	0,75
				скління: однокамерний склопакет	7,88	0,38	Двері балконного блоку	1,47	0,75
Тип-2	Балкон верхній	2	6,59	фасадна частина: сендвіч-панель з MW $\delta=40$ мм	3,5	1,09	Зовнішня стіна	8,8	0,82
				бокова частина: сендвіч-панель з MW $\delta=40$ мм	2,15	1,09	Вікно балконного блоку	0,9	0,75
				покрівля: з/б плита $\delta=200$ мм, утеплювач XPS $\delta=50$ мм	2,98	1,61	Двері балконного блоку	1,47	0,75
				скління: однокамерний склопакет	7,88	0,38			
Тип-3	Балкон нижній	2	6,59	фасадна частина: сендвіч-панель з MW $\delta=40$ мм	3,5	1,09	Зовнішня стіна	8,8	0,82
				бокова частина: сендвіч-панель з MW $\delta=40$ мм	2,15	1,09	Вікно балконного блоку	0,9	0,75
				підлога: з/б плита $\delta=200$ мм, утеплювач XPS $\delta=50$ мм	2,98	1,61	Двері балконного блоку	1,47	0,75
				скління: однокамерний склопакет	7,88	0,38			
Тип-4	Балкон нижній (між осями А-В)	1	9,32	фасадна частина: цегляна кладка $\delta=120$ мм, утеплювач XPS $\delta=50$ мм	6,86	1,72	Зовнішня стіна	12,71	0,82
				бокова частина: цегляна кладка $\delta=120$ мм, утеплювач XPS $\delta=50$ мм	5,58	1,72	Вікно балконного блоку	0,9	0,75
				підлога та частина покриття: з/б плита $\delta=200$ мм, утеплювач XPS $\delta=50$ мм	6,87	1,61	Двері балконного блоку	1,47	0,75
				скління: однокамерний склопакет	4,46	0,38			

Продовження таблиці 12

Тип-5	Лоджія між осями 1-7	12	10,02	фасадна частина: цегляна кладка $\delta=120$ мм, утеплювач MW $\delta=150$ мм	3,38	3,63	Зовнішня стіна	12,36	0,82
				скління: двокамерний склопакет	3,9	0,45	Вікно блоку лоджії	0,9	0,75
							Двері блоку лоджії	1,47	0,75
Тип-6	Лоджія між осями 7-1	12	14,34	фасадна частина: цегляна кладка $\delta=120$ мм, утеплювач MW $\delta=150$ мм	5,53	3,63	Зовнішня стіна	15,08	0,82
				скління: двокамерний склопакет	5,67	0,45	Вікно блоку лоджії	1,95	0,75
							Двері блоку лоджії	1,47	0,75
Тип-7	Тамбур прибудований	6	6,23	стіни: цегляна кладка $\delta=120$ мм, утеплювач MW $\delta=50$ мм	6,558	1,41	Зовнішня стіна	8,68	0,82
				покрівля: з/б плита $\delta=200$ мм, утеплювач XPS $\delta=50$ мм	2,608	1,61	Двері тамбурні металопластикові	2,73	0,6
				двері: металеві утеплені	4,62	0,6			

Виконуємо розрахунок температури в некондиціонованому об'ємі θ_u °С, та поправочного коефіцієнту b_u , виходячи з рівнянь теплового балансу згідно з ДСТУ Б А.2.2-12:2015**, а саме:

$$b_u = \frac{\theta_i - \theta_u}{\theta_i - \theta_e}$$

$$\theta_u = \frac{\Phi + \theta_i H_{iu} + \theta_e H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}}$$

де θ_i – розрахункова (задана) температура кондиціонованого об'єму, °С;
 θ_u – розрахункова температура некондиціонованого об'єму, °С;
 θ_e – розрахункова температура зовнішнього середовища, °С;

Φ – тепловий потік, що надходить всередину некондиціонованого об'єму, Вт, визначається як сума сонячних та внутрішніх теплонадходжень;

H_{iu} – безпосередній узагальнений коефіцієнт теплопередачі між кондиціонованим об'ємом та некондиціонованим об'ємом, Вт/К, визначається як сума коефіцієнтів теплопередачі трансмісією та вентиляцією;

H_{ue} – безпосередній узагальнений коефіцієнт теплопередачі між некондиціонованим об'ємом та зовнішнім середовищем, Вт/К, визначається як сума коефіцієнтів теплопередачі трансмісією та вентиляцією;

При визначенні параметрів прийняті наступні припущення та спрощення:

- внутрішні теплонадходження відсутні;
- сонячні теплонадходження не враховані, оскільки за опалювальний період величина теплонадходжень мінімальна, а за період охолодження приймається, що стулки відкриті та $b_u = 1$ (примітка до табл.3 п.8.2.2.3.9 ДСТУ Б А.2.2-12);
- визначення b_u здійснюється для розрахункової температури зовнішнього середовища $-22\text{ }^\circ\text{C}$, а не помісячно, оскільки при відсутніх теплонадходженнях розрахункова величина b_u не змінюється в залежності від температури зовнішнього середовища.

** На період виконання розрахунків станом на січень 2023 р. ДСТУ дійсний, з 01.03.2023 р. замінено на ДСТУ 9190:2022.

Отже, до таблиці 13 заносимо результат розрахунку поправочного коефіцієнту b_u .

Таблиця 13 –Розрахований поправочний коефіцієнт b_u

Тип некондиціоногованого об'єму	Теплонадходження до НО від внутрішніх теплових джерел, Вт	Теплонадходження до НО від сонячного випромінювання, Вт	Загальні теплонадходження до НО, Вт	Кратність інфільтрації КО->НО, год-1	Кратність інфільтрації НО->ЗС, год-1	Витрата при інфільтрації КО->НО, м ³ /год	Витрата при інфільтрації НО->ЗС, м ³ /год	Коефіцієнти теплопередачі трансмісією КО->НО, Вт/К	Коефіцієнти теплопередачі трансмісією НО->ЗС, Вт/К	Коефіцієнти теплопередачі вентиляцією КО->НО, Вт/К	Коефіцієнти теплопередачі вентиляцією НО->ЗС, Вт/К	Узагальнений коефіцієнт теплопередачі КО->НО, Вт/К	Узагальнений коефіцієнт теплопередачі НО->ЗС, Вт/К	Температура некондиціоногованого об'єму, $^\circ\text{C}$ (при $\theta_e = -22\text{ }^\circ\text{C}$)	Поправочний коефіцієнт
	$\Phi_{int, mn, u}$	$\Phi_{sol, mn, u}$	Φ	n_{iu}	n_{ue}	q_{iu}	q_{ue}	HT, i_u	HT, u_e	HV, i_u	HV, u_e	H_{iu}	H_{ue}	θ_u	b_u
Тип-1	0	0	0	0	0,5	0	3,30	13,89	25,92	0	1,11	13,89	27,03	-7,7	0,66
Тип-2	0	0	0	0	0,5	0	3,30	13,89	27,77	0	1,11	13,89	28,88	-8,4	0,68
Тип-3	0	0	0	0	0,5	0	3,30	13,89	27,77	0	1,11	13,89	28,88	-8,4	0,68
Тип-4	0	0	0	0	0,5	0	4,66	18,66	23,24	0	1,57	18,66	24,80	-4,0	0,57
Тип-5	0	0	0	0	0,4	0	4,01	18,23	9,60	0	1,35	18,23	10,94	4,2	0,38
Тип-6	0	0	0	0	0,4	0	5,74	22,95	14,12	0	1,93	22,95	16,05	2,7	0,41
Тип-7	0	0	0	0	1	0	6,23	13,94	13,97	0	2,09	13,94	16,06	-2,5	0,54

2. *Світлопрозорі конструкції.* Вікна та балконні двері подекуди замінені на енергоефективні, а їх заповнення виконано з ПВХ із заповненням двокамерними склопакетами. Опір теплопередачі заміненних світлопрозорих конструкцій (вікна, балконні двері) – $R \geq 0,90\text{ м}^2\text{K/Вт}$. Приведений опір теплопередачі заміненних світлопрозорих конструкцій відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2021.

Площа світлопрозорих конструкцій відповідає нормам природного освітлення згідно з [23].

Проектом передбачається заміна частини існуючих віконних конструкцій на вікна з 5-ти камерного ПВХ-профілю із варіантом скління (заповненням склопакетами) 4i-12Ar-4-12Ar-4i. Решта віконних конструкцій виконанні з ПВХ-профілів із заповненням двокамерними склопакетами, знаходяться у задовільному стані, відповідають вимогам нормативних документів та заміни не потребують.

Опір теплопередачі світлопрозорих конструкцій що планується встановлювати становить $0,90 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ (відповідно до ДБН В.2.6-31).

Кількість вікон, балконних дверей, вікон місць загального користування становить 234 шт. загальною площею $482,1 \text{ м}^2$.

Отже, приведений опір теплопередачі вікон, що підлягають заміні, відповідає мінімальним вимогам.

В будинку наявні наступні типи вхідних дверних конструкцій (існуючі вхідні двері – металеві глухі, утеплені в задовільному стані) :

1. Вхідні двері в тамбури – металеві, утеплені з приведеним опором теплопередачі - $0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

2. Вхідні тамбурні двері (з тамбуру до сходової клітки), розміщені в несучій стіні - металопластикові з приведеним опором теплопередачі - $0,7 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

Вхідні двері в тамбури не є частиною огорожувальних конструкцій теплоізоляційної оболонки будівлі, а відносяться до огорожувальних конструкцій некондиціонованого об'єму та відповідно їх вплив врахований в розрахунку температури в некондиціонованому об'ємі та коефіцієнту b_u .

Вхідні тамбурні двері є частиною огорожувальних конструкцій теплоізоляційної оболонки будівлі, їхня кількість – 6 шт., загальна площа $16,38 \text{ м}^2$. Приведений опір теплопередачі $R_{\Sigma пр} = 0,7 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, що задовольняє вимогам.

3. *Конструкція суміщеного покриття* складається з: залізобетонної плити перекриття товщ. 220 мм, ухилоутворюючого шару з керамзитового гравію, цементно-піщаної стяжки, руберойдного килиму (гідроізоляції).

Суміщене покриття має теплову ізоляцію 2х типів: з екструдованого пінополістиролу та мінеральної вати. Вставки мінеральної вати виконують функції – протипожежного поясу та конструктивного елементу для влаштування вентиляційної осушувальної системи. Геометричні характеристики суміщеного покриття, виміряні за внутрішніми поверхнями, а саме:

- Суміщені покриття, в т. ч.: 841,24 м²,
 - основне поле з утепленням XPS - 741,47 м², 6,15 м²·К/Вт
 - основне поле з утепленням MW - 99,77 м², 5,33 м²·К/Вт

Склад суміщеного покриття наведено вище, у таблиці 5.

Метою виконання теплотехнічного розрахунку суміщеного покриття є визначення необхідної товщини утеплювача, виходячи з умов щодо мінімально допустимого значення опору теплопередачі за ДБН В.2.6-31:2021.

В конструкції суміщеного перекриття відсутні теплопровідні включення, що відносяться до характерних особливостей відповідного типу непрозорої огорожувальної конструкції. Із урахуванням цього, визначаємо приведений опір теплопередачі суміщеного покриття, а саме:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^I \frac{F_i}{R_{\Sigma i}}} = \frac{741,47 + 99,7}{\frac{741,47}{6,15} + \frac{99,7}{5,33}} = 7,04 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

де,

F_{Σ} – загальна площа конструкції, м²;

$R_{\Sigma i}$ – опір теплопередачі i -ої термічно однорідних частини конструкції, м²·К/Вт;

F_i – площа i -ої термічно однорідної частини конструкції, м²;

Перевіряємо виконання умови п. 5,2 ДБН В.2.6-31:2021, за формулою:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} \geq R_{q \text{ min}},$$

$$7,04 \geq 7,0.$$

Отже, приведений опір теплопередачі суміщеного покриття будівлі відповідає мінімальним вимогам, товщину утеплювача підібрано правильно.

4. Конструкція перекриття над неопалювальним підвалом, що складається із залізобетонної плити перекриття товщ. 220 мм, цементно-піщаного розчину, оздоблення керамічною підлоговою плиткою, розміщене під всією площею будівлі. В місцях сходових клітин відмітка верху перекриття становить - 1 м.

Вертикальна частина стіни, що обумовлена перепадом висот основного перекриття та перекриття в місцях сходових клітин утеплюється з боку неопалювального підвалу для забезпечення суцільної теплоізоляційної оболонки. Площа утеплення враховується в визначенні приведенного опору теплопередачі перекриття.

Склад перекриття над неопалювальним підвалом наведено у таблиці 7.

Метою проведення теплотехнічного розрахунку суміщеного покриття є визначення необхідної товщини утеплювача виходячи з умов щодо мінімально допустимого значення опору теплопередачі згідно з ДБН В.2.6-31:2021.

Наведемо геометричні характеристики перекриття над неопалювальним підвалом, а саме:

Перекриття неопалювального підвалу, в т. ч. $841,24 \text{ м}^2$

- по основному полю $763,6 \text{ м}^2$, $3,29 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$

- вертикальні ділянки стін $77,64 \text{ м}^2$, $3,60 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$

Враховуємо те, що перекриття над підвалом (техпідпіллям) містить точкові теплопровідні включення у вигляді кріпильних елементів плит утеплювача (6 шт. дюбелів на од./ м^2), що вказано в таблиці 14.

Таблиця 14 – Теплопровідні включення перекриття над неопалювальним підвалом, що відносяться до особливостей відповідного типу

Найменування теплопровідного включення	Протяжність, L, м	Кількість, шт.	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, k, Вт/(м·К)	Точковий коефіцієнт теплопередачі, ψ , Вт/К,
Пластиковий дюбель з металевим стрижнем для кріплення теплоізоляційного шару	-	3438	-	0,005

Приведений опір теплопередачі перекриття над неопалювальним підвалом дорівнює:

$$R_{\Sigma np} = \frac{763,6 + 77,64}{\frac{763,6}{3,29} + \frac{77,64}{3,6} + 0,005 \cdot 3438} = 4,107, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Перевіряємо виконання умови п. 5.1 ДБН В.2.6-31:2021, за формулою:

$$R_{\Sigma np} \geq R_{q \text{ min}},$$

Відповідно до п. 5.2.1 ДБН В.2.6-31, при виконанні умови ($EP \leq EP_{max}$) допускається застосовувати окремі конструктивні елементи теплоізоляційної оболонки зі зниженим значенням опору теплопередачі до рівня 80% від $R_{q \text{ min}}$:

$$R_{\Sigma np} \geq 80\% \cdot R_{q \text{ min}};$$

$$R_{\Sigma np} \geq 0,8 \cdot 4,0; \quad 4,107 \geq 4,0$$

Отже, приведений опір теплопередачі перекриття над неопалювальним підвалом відповідає мінімальним вимогам.

5. Цоколь (надземна та підземна частини) складається з: бетонних блоків (ФБС) товщ. 500 мм, цементно-піщаного розчину.

Зазначимо, що строк ефективної експлуатації теплоізоляційних виробів, що використовують для теплоізоляції заглиблених конструкцій будівлі, цокольних конструкцій складає не менше 50 років, для інших конструкцій необхідно використовувати теплоізоляційні вироби зі строком ефективної експлуатації не менше ніж 15 років, що відповідає вимогам ДБН В.2.6-31, та має підтверджуватись результатами випробувань, що проводить Державний НДІ Будівельних Конструкцій (НДІБК) ДП.

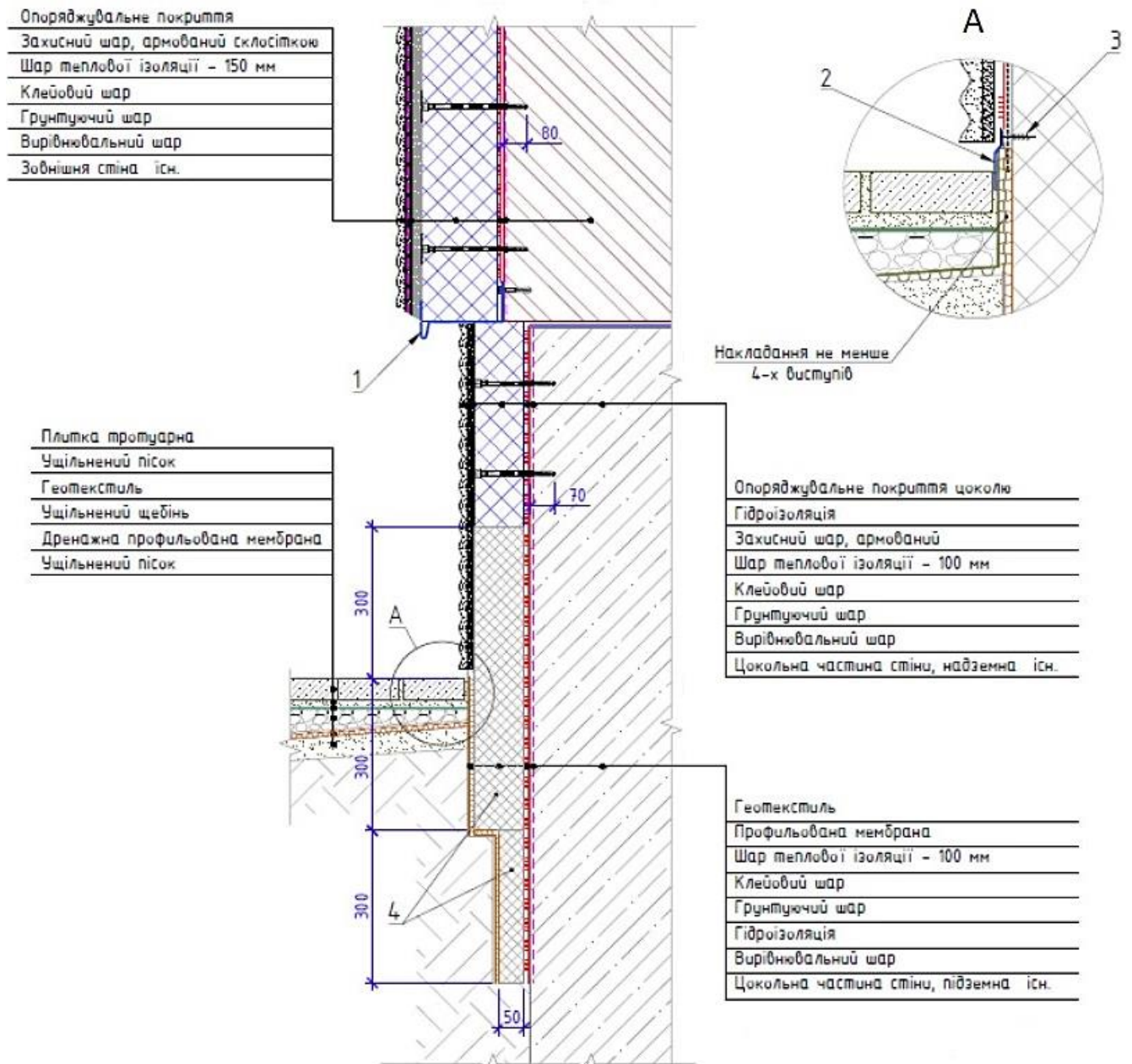


Рисунок 35 – Теплоізоляція цоколя (надземна та підземна частини)
утеплювачем з екструдованого пінополістиролу

Отже, як було визначено в ході проведення розрахунків, наводимо основні будівельні роботи для термомодернізації даного будинку:

1. Цокольна частина: демонтаж опорядження цоколю; демонтаж існуючого вимощення навколо будівлі; улаштування утеплення фундаментів; улаштування утеплення надземної частини цоколю; улаштування вимощення.

2. Вікна та двері: частковий демонтаж віконних та дверних блоків, балконних рам; встановлення нових віконних та дверних блоків; частина віконних блоків залишається без змін; монтаж вікон балконів; підготовка віконних та дверних прорізів до встановлення віконних та дверних блоків; улаштування та опорядження зовнішніх, внутрішніх укосів.

3. Стіни зовнішні: підготовка зовнішніх стін; улаштування системи фасадної теплоізоляції типу А; опорядження стін штукатуркою, фарбування.

4. Місця загального користування: заміна зовнішніх дверей та дверей тамбуру; заміна дверей входу в підвальне приміщення та дверей виходу на горище та технічний поверх; заміна віконних блоків цоколю; теплоізоляція перекриття підвалу.

5. Дах: демонтаж руберойдного покриття, цементної стяжки та керамзитового утеплювача; очищення/вирівнювання плит перекриття; улаштування утеплення перекриття; влаштування ухилоутворюючого шару; улаштування багат шарового руберойдного покриття.

Наводимо характеристики огорожувальних конструкцій після впровадження проєктних рішень:

1. Зовнішні непрозорі стіни. Стіни з силікатної цегли з цементно-піщаним розчином, товщ. 0,51 м. Утеплення пінополістирольним утеплювачем (товщина визначається теплотехнічним розрахунком). Оздоблення шаром захисної штукатурки. Утеплення тамбуру пінополістирольним утеплювачем товщ. 50 мм (прийнято проєктним рішенням), оздоблення захисною штукатуркою.

2. Світлопрозорі конструкції. Вікна та балконні двері є енергоефективними. Їх заповнення передбачено як ПВХ вікна та балконні двері із заповненням двокамерними склопакетами. Опір теплопередачі світлопрозорих конструкцій (вікна, балконні двері) – $R \geq 0,90 \text{ м}^2\text{К/Вт}$. Він відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2021. Площа світлопрозорих конструкцій відповідає нормам природного освітлення згідно ДБН В.2.5-28:2018.

3. Конструкція суміщеного покриття. Залізобетонна плита (товщ. 220 мм), пароізоляція, шар теплової ізоляції з екструдованого пінополістиролу (товщина якого визначається теплотехнічним розрахунком). Влаштування цементно-піщаної стяжки, та гідроізоляційногоруберойдного килиму.

4. Конструкція перекриття підвалу. Залізобетонна плита (тощ. 220 мм), вирівнювальний шар, шар теплової ізоляції (визначається теплотехнічним розрахунком), захисний шар, армований склосіткою, опоряджувальне покриття.

5. Цоколь (надземна та підземна частини). Бетонні блоки (ФБС), товщиною 500 мм, також утеплювач з екструдованого пінополістиролу (товщина прийнята проєктним рішенням і складає 100 мм для надземної та 50 мм для підземної частини), захисний шар, армований склосіткою, опоряджувальне покриття.

Наводимо схеми зовнішніх огорожувальних конструкцій (рисунок 36 – 38).

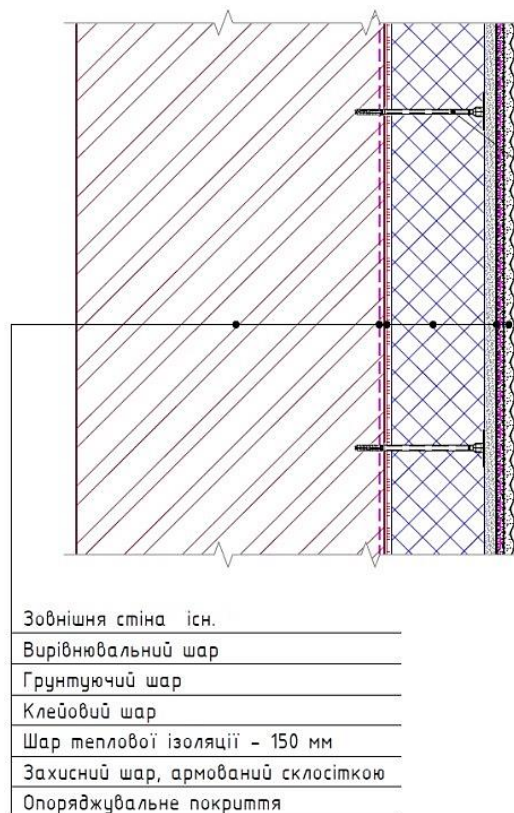


Рисунок 36 - Теплоізоляція пінополістирольними плитами зовнішніх стін

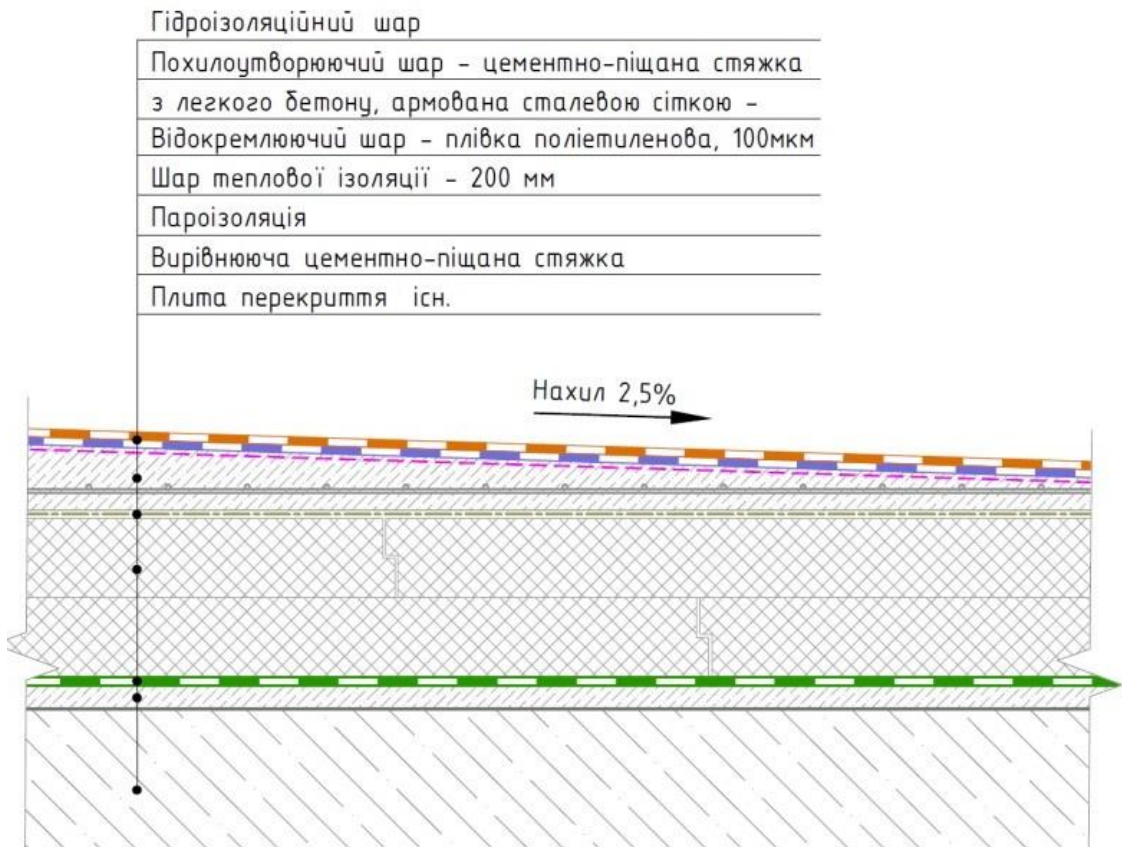


Рисунок 37 - Покриття даху

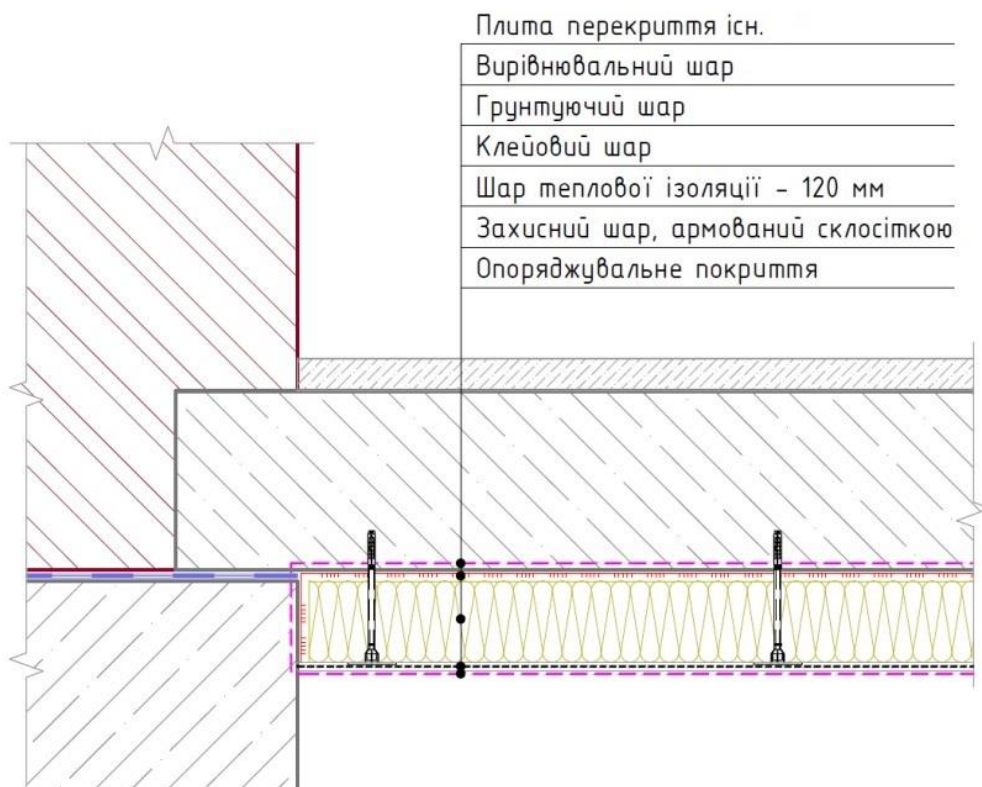


Рисунок 38 – Теплоізоляція перекриття над неопалювальним підвалом

3.2 Інженерні системи

Теплопостачання та опалення

Теплопостачання житлового будинку здійснюється від теплових мереж міста через вузол вводу тепла. Джерелом теплопостачання є централізоване опалення (існуюча водяна система теплопостачання).

Опалення підвального поверху в будівлі відсутнє. Опалення сходових клітин виконано ребристими трубами, які розміщено лише на першому поверсі.

Система опалення будівлі однотрубна, виконана чавунними радіаторами та трубними реєстрами. Підключення опалювальних приладів одностороннє без арматури для регулювання тепловіддачі. Розподільчі трубопроводи системи опалення нижче відмітки $\pm 0,000$ прокладені в підпільних каналах, з кріпленням на стінах та під стелею підвального поверху. Матеріал розподільчої системи - сталеві водогазопровідні та електрозварні труби. Трубопроводи опалення підвального поверху – теплоізовані мінераловатним утеплювачем з покриттям (з пошкодженнями).

Стан мереж опалення та гарячого водопостачання – незадовільний.

Проектні рішення щодо системи опалення передбачають:

- гідравлічне балансування системи опалення шляхом встановлення по стояках автоматичних балансувальних клапанів;
- встановлення автоматичних регуляторів температури повітря на опалювальних приладах;
- заміна, де це необхідно, розподільчих трубопроводів, трубопроводів стояків, приладів опалення;
- відновлення антикорозійного покриття трубопроводів;
- заміна теплової ізоляції трубопроводів системи внутрішнього теплопостачання в неопалювальних приміщеннях;
- встановлення розподільвачів тепла на прилади опалення;
- встановлення концентраторів сигналу на сходових клітках.

Щодо системи ГВП, то вода на гаряче водопостачання готується за межами житлового будинку. Її температура не потребує додаткового коригування на ввдді в будівлю. Циркуляція води в контурі забезпечується зовнішнім джерелом (котельня), а облік теплоенергії для ГВП - поквартирний лічильниками гарячої води.

В роботі проєктуємо заміну теплової ізоляції розподільчих мереж гарячого водопостачання у приміщеннях підвалу.

Вентиляція

Існуюча вентиляційна система – припливно-витяжна з природним спонуканням. Приплив повітря здійснюється через вікна, видалення - через вентиляційні канали. Провітрювання здійснюється завдяки відкриванню вікон та балконних дверей.

Планується вентиляція будинку – індивідуальна, а квартирна вентиляція – припливно-витяжна система з механічним спонуканням та рекуперацією. Видалення повітря з санвузлів та кухонь передбачено через існуючі окремі витяжні індивідуальні канали.

3.3 Освітлення

Річний обсяг енергоспоживання при освітленні W , кВт·год, розраховують за формулою:

$$W = W_L + W_P,$$

де W_L – енергія, необхідна для виконання функції штучного освітлення в будівлі, кВт·год;

W_P – паразитна енергія, що необхідна для забезпечення заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення та енергія для управління/регулювання освітлення в будівлі, кВт·год.

Наступні коефіцієнти і питома потужність приймаються згідно з ДСТУ Б А.2.2- 12:2015**.

** На період виконання розрахунків станом на січень 2023 р. ДСТУ дійсний, з 01.03.2023 р. замінено на ДСТУ 9190:2022.

Значення WL розраховується за формулою:

$$WL = (PN \times FC) \times [(tD \times F0 \times FD) + (tN \times F0)] \times Af / 1000,$$

де PN – питома потужність встановленого штучного освітлення в будівлі, Вт/м²;

FC = 1 (коєф. яскравості, що відноситься до використання навантаження встановленого освітлення при функціонуючому контролі сталої освітленості зони);

F0 = 1 (коєф. використання освітлення, є відношенням використання загальної встановленої потужності штучного освітлення до періоду використання зони);

FD = 1 (коєф. природного освітлення, є відношенням використання загальної встановленої потужності штучного освітлення до наявного природного освітлення зони);

tD = 2500 год. (час використання природного освітлення протягом року);

tN = 250 год. (час використання штучного освітлення протягом року).

Af = 4200 м² – кондиціонована площа будівлі.

$$\text{Отже: } WL = 34650 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Значення WP розраховуємо за формулою:

$$WP = (P_{em} \times P_{pc}) \times Af,$$

де: P_{вт} = 1 кВт год/м² (загальна встановлена питома потужність заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення);

P_{pc} = 5 кВт год/м² (загальна встановлена питома потужність усіх систем управління приладами освітлення зони в час, коли лампи не використовуються).

$$\text{Отже: } WP = 25200 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Отже, матимемо річний обсяг енергоспоживання при освітленні:

$$W = 34650 + 25200 = 59850 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

3.4 Повітропроникність огорожувальних конструкцій будівлі

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій опалювальних обов'язковим є виконання умови:

$$G^k \leq G_H^k,$$

G_H^k - нормативна повітропроникність огорожувальної конструкції, кг/(м²·год), яка визначається згідно з таблицею 1 ДСТУ-Н Б В.2.6-191:2013. Для зовнішньої непрозорої конструкції житлових і громадських будинків $G_H^k = 0,4$ кг/(м²·год);

G^k - повітропроникність огорожувальної конструкції, кг/(м²·год). Для багат шарових огорожувальних визначається за формулою:

$$G^k = \left(\sum_{i=1}^m \frac{1}{G_i^{\Delta p}} \right)^{-1},$$

де $G_i^{\Delta p}$ - повітропроникність $G^{\Delta p}$ і-го шару конструкції, кг/(м²·год), яка визначається за формулою:

$$G^{\Delta p} = G^{\Delta p_0} \cdot \left(\frac{\Delta p}{\Delta p_0} \right)^n,$$

де $G^{\Delta p_0}$ - масова повітропроникність огорожувальної конструкції при Δp^0 , яка визначається за результатами випробувань або згідно з таблицею 3 ДСТУ-Н Б В.2.6-191:2013;

Δp^0 - різниця тисків, за якою визначається масова повітропроникність конструкцій експериментальним шляхом ($\Delta p^0 = 10$ Па);

n- показник фільтрації, який визначається за результатами випробувань. За відсутності точних даних приймається: для утеплювачів з пінополістиролу n=1,5; для кладки n=0,8; для вікон та дверей n=0,67;

Δp - розрахункова різниця тисків, Па. Визначається за формулою :

$$\Delta p = (H - h_i) \cdot (\gamma_3 - \gamma_6) + 0,03 \cdot \gamma_3 \cdot v^2 \cdot \beta_v = 18,155 \text{ Па},$$

де H - висота будинку (від рівня підлоги першого поверху до верху витяжної шахти), м;

h_i - висота від рівня підлоги першого поверху до середини огорожувальної конструкції його поверху, для якого проводиться розрахунок;

v - максимальна із середніх швидкостей вітру за румбами, м/с, повторюваність яких становить 16% та більше, яка приймається згідно [22], $v = 4,2$ м/с;

βv - коефіцієнт, що враховує зміну швидкості повітря за висотою будівлі, який приймається згідно з таблицею 2 ДСТУ-Н Б В.2.6-191:2013, $\beta v = 0,4$;

γ_z , γ_e - питома вага відповідно зовнішнього та внутрішнього повітря, Н/м³, які розраховуються за формулами:

$$\gamma_z = \frac{3463}{(273 + t_z)} = 13,85$$

$$\gamma_e = \frac{3463}{(273 + t_e)} = 11,82$$

де t_z - розрахункове значення температури зовнішнього повітря, °С, яке приймається залежно від температури зони;

t_e - розрахункове значення температури внутрішнього повітря, °С, яке приймається залежно від призначення будинку. Приймаються згідно з додатком Б ДБН В.2.6-31:2021.

3.5 Характеристика теплонадходжень

Внутрішні теплонадходження

Згідно з методикою ДСТУ Б А.2.2- 12:2015 до уваги взяті наступні теплонадходження: внутрішній тепловий потік від людей, внутрішній тепловий потік від обладнання, внутрішній тепловий потік від освітлення. Відповідно загальна сумарна величина усередненого теплового потоку приймається згідно з таблицею 6 ДСТУ Б А.2.2- 12:2015 і становить $\Phi_{int} = 5,8$ Вт/м².

Значення внутрішніх теплонадходжень для кожного місяця наведені в таблиці 16. Наведені значення розраховані за формулою (35) ДСТУ Б А.2.2-12:2015 із врахуванням графіка використання згідно з таблицею 6 та характеристиками періоду невикористання з таблицею 7 ДСТУ Б А.2.2-12:2015.

Теплонадходження від внутрішніх теплових джерел у зоні будівлі, яка досліджується, $Q_{H,int}$, Вт·год, для визначеного місяця розраховуємо за формулою:

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

де $\Phi_{int,mn,k}$ - усереднений за часом тепловий потік від k-го внутрішнього джерела, Вт/м ;

A_f - кондиціонована площа зони будівлі, м²;

t - тривалість періоду використання, виражена у годинах на місяць.

Сонячні теплонадходження

Середньомісячна сонячна радіація на відповідні площини визначені згідно з додатком А ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Світлопрозорі конструкції, що використовуються для застосування будинку:

- коефіцієнт загального пропускання сонячної енергії згідно таблиці 12 ДСТУ Б А.2.2- 12:2015 для потрійного скління $g_n = 0,7$;

- поправочний коефіцієнт для нерозсіюючого скління, приймають згідно п.11.3.3.2 ДСТУ Б А.2.2-12:2015 $F_w = 0,9$;

- коефіцієнт пропускання сонячної енергії $g_{gl} = 0,7 \cdot 0,9 = 0,63$.

В якості рухомих засобів затінення передбачено, що використовуються білі завіси зсередини вікон низької ефективності (понижувальний коефіцієнт згідно з таблицею 9 ДСТУ Б А.2.2-12:2015 дорівнює $\varepsilon = 0,95$).

Загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії скління за наявності сонячного затінення: $g_{gl+sh} = 0,95 \cdot 0,63 = 0,6$;

Площа світлопрозорих конструкцій згідно з проєктними даними становить:

$P_d - 17,5 \text{ м}^2$; $Z_x - 250,6 \text{ м}^2$; $S_x - 214,0 \text{ м}^2$; $P_n - 0,0 \text{ м}^2$.

Коефіцієнт використання рухомого затінення визначаємо згідно з таблицею 11 ДСТУ Б А.2.2-12:2015 для першого кліматичного району, дані наводимо в таблицю 15.

Таблиця 15 – Коефіцієнт затінення $f_{sh,with}$ для відповідного напрямку

Місяць	Fsh, with			
	Пн	Пд	Зх	Сх
червень	0,09	0,27	0,48	0,02
липень	0,08	0,37	0,49	0,07
серпень	0,04	0,36	0,52	0,08

Відповідно, понижувальний коефіцієнт затінення для засобів рухомого затінення визначають згідно з формулою (43) ДСТУ Б А.2.2-12. Приймаємо, що будівля затінюється від власних елементів (звисів та ребер). Кут затінення $\alpha=30^\circ$, кут затінення від ребер зліва та справа становить $\beta=40^\circ$. Згідно з таблицями 12, 13, 14-1, 14-2 ДСТУ Б А.2.2-12, понижувальний коефіцієнт затінення заносимо до таблиці 16:

Таблиця 16 – Понижувальний коефіцієнт затінення

Періоди	Період опалення				Період охолодження			
	Пн	Пд	Зх	Сх	Пн	Пд	Зх	Сх
F_{hor}	0.95	0.56	0.77	0.77	0.93	0.97	0.75	0.99
F_{ov}	0.88	0.96	0.9	0.9	0.89	0.66	0.88	0.81
$F_{finleft}$	0.95	0.95	0.82	0.96	0.86	0.97	0.92	0.97
$F_{finright}$	0.95	0.95	0.96	0.82	0.96	0.85	0.97	0.87
F_{sh}	0.75	0.48	0.55	0.55	0.68	0.53	0.59	0.68

Непрозорі елементи, які піддаються інсоляції – це зовнішні стіни чотирьох фасадів та покрівля. Площа непрозорих елементів згідно з проектними даними становить:

Пн – 323,4 м²; Пд – 325,94 м²; Зх – 1154,51 м²; Сх – 1165,7 м².

Наступні значення взято з вказаних таблиць ДСТУ Б А.2.2-12:2015, а саме:

Еквівалентна площа інсоляції непрозорих елементів A_{sol} розрахована за формулою (40) ДСТУ. При цьому, безрозмірний коефіцієнт поглинання сонячної

радіації непрозорою частиною згідно з таблицею 10 ДСТУ. Безрозмірний коефіцієнт поглинання сонячної радіації непрозорою частиною: $\alpha_{S,нп} = 0,4$ – для штукатурки цементної кремової. Безрозмірний коефіцієнт поглинання сонячної радіації непрозорою частиною суміщеного покриття $\alpha_{S,пк} = 0,9$ – для руберойду. Тепловий зовнішній поверхневий опір непрозорої частини приймаємо $R_{se} = 0,043$ м²·К/Вт, згідно п. 11.3.4 ДСТУ. Коефіцієнт форми між елементом будівлі та небосхилом для покрівлі $Fr = 1$ згідно п. 11.3.2 ДСТУ. Коефіцієнт форми між елементом будівлі та небосхилом для вертикальної стіни $Fr = 0,5$ згідно п. 11.3.2 ДСТУ. Середня різниця між температурою зовнішнього повітря та уявною температурою атмосфери $\Delta\theta_{er} = 11$ К згідно п. 11.5.2 ДСТУ.

Еквівалентна площа інсоляції вікон $A_{sol,w}$ з урахуванням понижувальних коефіцієнтів затінення зовнішніми перешкодами F_{sh} розрахована за формулою (38) ДСТУ. Загальний тепловий потік від сонячних теплонадходжень розрахований згідно з формулою (37) ДСТУ, а дані елементів сонячних теплонадходжень занесено до таблиці 17.

Теплонадходження від внутрішніх джерел будівлі розраховані за формулою (35) ДСТУ. Теплонадходження від сонця до будинку розраховані за формулою (36) ДСТУ.

Таблиця 17 – Елементи сонячних теплонадходжень

Місяць	$A_{solw} \cdot F_{sh}$				A_{sol}					$A_{sol,w} \cdot F_{sh} \cdot I_{sol}$	Φ_{r-Fr}	Φ_{sol}
	Пн	Пд	Зх	Сх	Пн	Пд	Зх	Сх	Сум. пер.			
Січень	6,395	0,000	91,569	78,196	2,3	2,1	6,849	8,2	2,7	3345	1373	1972
Лютий	6,395	0,000	91,569	78,196	2,3	2,1	6,849	8,2	2,7	6216	1373	4843
Березень	6,395	0,000	91,569	78,196	2,3	2,1	6,849	8,2	2,7	10902	1373	9529
Квітень	6,395	0,000	91,569	78,196	2,3	2,1	6,849	8,2	2,7	14014	1373	12641
Травень	6,395	0,000	91,569	78,196	2,3	2,1	6,849	8,2	2,7	18120	1373	16747
Червень	6,369	0,000	89,371	78,118	2,3	2,1	6,849	8,2	2,7	20069	1373	18696
Липень	6,369	0,000	89,371	77,883	2,3	2,1	6,849	8,2	2,7	19179	1373	17806
Серпень	6,382	0,000	89,188	77,883	2,3	2,1	6,849	8,2	2,7	16744	1373	15371
Вересень	6,395	0,000	91,569	78,196	2,3	2,1	6,849	8,2	2,7	11894	1373	10521
Жовтень	6,395	0,000	91,569	78,196	2,3	2,1	6,849	8,2	2,7	6436	1373	5063
Листопад	6,395	0,000	91,569	78,196	2,3	2,1	6,849	8,2	2,7	2788	1373	1415
Грудень	6,395	0,000	91,569	78,196	2,3	2,1	6,849	8,2	2,7	2231	1373	858

Таблиця 18 – Кліматичні дані та характеристики внутрішніх і сонячних теплонадходжень

Місяць	Параметр								
	$\theta_e, ^\circ\text{C}$	$t, \text{ год}$	$\text{Isol}_{\text{Пн}}$ Вт/м ²	$\text{Isol}_{\text{Пд}}$ Вт/м ²	$\text{Isol}_{\text{Зх}}$ Вт/м ²	$\text{Isol}_{\text{Сх}}$ Вт/м ²	$\text{Isol}_{\text{гор}}$ Вт/м ²	Q_{sol} кВт·год	Q_{int} кВт·год
Січень	-5,9	744	12	40	18	18	27	1467	12083
Лютий	-4,9	672	22	64	34	33	54	3254	10913
Березень	-0,1	744	34	94	61	57	102	7090	12083
Квітень	8,0	720	39	94	75	78	148	9101	11693
Травень	14,4	744	53	100	96	102	203	12460	12083
Червень	17,6	720	68	100	110	111	230	13461	11693
Липень	19,2	744	61	99	104	108	217	13248	12083
Серпень	18,1	744	43	107	91	95	184	11436	12083
Вересень	12,9	720	29	96	64	66	123	7575	11693
Жовтень	6,9	744	18	69	34	36	65	3767	12083
Листопад	1,0	720	10	34	15	15	27	1019	11693
Грудень	-3,5	744	8	27	12	12	18	638	12083

3.6 Впровадження та моніторинг

Для якісної, тривалої експлуатації модернізованих будинків, а також швидкої окупності проведених заходів та використаних матеріалів, слід правильно, унормовано, щадливо користуватись новоствореними благами. Необхідним є виконання вимог [24].

Тому, пропонується управління будівлею, виконання моніторингу, вимірювання та верифікації економії, контролю всіх енергоспоживаючих систем в будівлі, до яких входять:

- система опалення (регулювання температури);
- система водопостачання та водовідведення;
- система кондиціонування (регулювання показників CO₂, вологості тощо);
- система освітлення (регулювання датчиками руху, звуку, світлові диммери, енергоощадливі прилади);
- система електрообладнання тощо.

Моніторинг енергоефективності будівлі є складовою частиною енергетичного менеджменту, тому необхідно використовувати систему енергетичного менеджменту (СЕМ), тобто забезпечувати мінімальне значення енергоспоживання, яке необхідно для якісного надання послуг в будинку (рисунок 39) [25]. При використанні системного підходу результатом буде якісний аналіз всіх аспектів, що впливають на енергоефективність, енергоменеджмент, можливість своєчасної перевірки аудиторами та використовуючи сертифікації. Варіантом впровадження є підхід, заснований на основі кращої світової практики - цикл безперервного поліпшення процесів PDCA(цикл Демінга-Шухарта) (наведений в графічній частині).

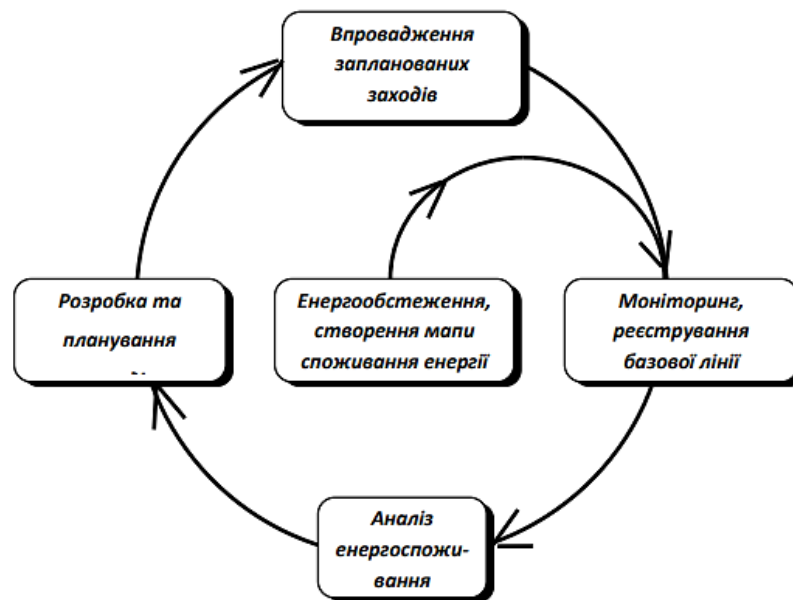


Рисунок 39 – Схема функціонування СЕМ

Енергомоніторинг проводиться в будинках, які мають системи обліку теплової енергії (палива при наявності), лічильники витрати електроенергії, води, прилади вимірювання температури повітря.

Обов'язками технічного персоналу будівлі є [25]:

- Зняти показники зовнішнього і внутрішнього термометрів;
- Зняти показники приладів обліку теплової та електричної енергії (палива при наявності), гарячого водопостачання;

- Заповнити відповідні форми та своєчасно передавати (щоденне/щотижневе фіксування витрати енергії та води) їх до відділів енергоменеджменту для аналізу енергоспоживання.

3.7 Висновки до розділу 3

Визначення та розрахунок заходів з термомодернізації будівлі є досить трудомістким процесом, тому варто зазначити узагальнені масштабні етапи для подальшої їхньої реалізації, а саме:

- Розроблення всіх стадій робочого проекту модернізації існуючої будівлі (опрацювання і розроблення ТЕО, технічного завдання, вибір постачальників матеріалів, формування специфікацій, розроблення кошторисної документації);
- Придбання основного та допоміжного обладнання, виробів, матеріалів, комплектуючих тощо (також вибір генпідрядника на виконання робіт);
- Комплекс будівельно-монтажних робіт (виконання підготовчих робіт, демонтаж застарілого пошкодженого та монтаж енергоефективного обладнання, конструкцій та виробів, оздоблювальні роботи);
- Налагодження обладнання та введення його в експлуатацію (проведення тепловізійної зйомки в опалювальний період, здача об'єкта в експлуатацію).

Для подальшого успішного дотримання належного рівня якості та справності влаштованих елементів і систем, необхідно систематично проводити моніторинг впровадження аудиторських рекомендацій.

4. ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Архітектурно-будівельні рішення

Для опрацювання основної інформації про об'єкт, яка характеризує його, необхідно визначити характеристики місцезнаходження та технічні дані будівлі. Виходячи з того, що до розрахунку приймаємо типову житлову будівлю масової серії забудови, для детального обстеження необхідно прийняти за основу відповідну територію розташування. Так як будівлі даної серії збудовані в багатьох містах України, фокусуємось на місті Чернігів.

Будівля побудована за типовим проектом 87 серії та розташована у місті Чернігів за адресою вул. В'ячеслава Радченка 12 (розміщення на ситуаційному плані зображено на рис. 40), в спокійному житловому районі з доступністю до об'єктів інфраструктури. Будівля є 5-ти поверховою (з підвалом під всією площею будівлі) простої прямокутної форми в плані, з фасадним оздобленням стриманої колірної гами та чіткою геомертією ліній (рисунок 41).



Рисунок 40 – Ситуаційний план розміщення будівлі



Рис. 41 – Фасад будівлі

Отже, клімат Чернігівської області, зокрема Чернігова помірно-континентальний з достатньою кількістю опадів, теплим літом ($+18^{\circ}$, $+19,5^{\circ}$ липень) і порівняно м'якою зимою (-6° , -8° січень). Кількість опадів на рік – 550 мм (у південній та центральній частинах), 580 мм (у північно-східній).

Рельєф земельної ділянки, що лежить на півночі України на лівобережжі середньої течії Дніпра, в басейні Десни, досить спокійний, переважно плаский, з невеликим перепадом висот [26].

Район відноситься до I Північно-західного кліматичного району (відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010), також до 6 району за значенням ваги снігового покриву ($S_0 = 1600$ Па) та до 2 району за значенням вітрового тиску ($W_0 = 1600$ Па) (відповідно до ДБН В.1.2-2:2006).

В геологічній будові приймають участь відкладення четвертинного періоду, які представлені лесовидними суглинками і лесовидними супісками, пісками різного ступеню крупності, супіском важким та глиною.

Територія не відноситься до зон, що підтоплюються. Існуючих і прогнозованих негативних ендегенних і екзогенних процесів і явищ природного і техногенного походження (тектонічних, сейсмічних, геодинамічних, зсувних, селевих, карстових, змін напруженого стану і властивостей масивів порід, деформації земної поверхні) не передбачається.

Дана будівля не є історичною будівлею, тому обмежень для проведення ремонтно-будівельних робіт немає. Будівля характеризується як типова житлова, збудована в 1998 році за типовим проектом житлових будівель 87-07, прямокутної форми, п'ятиповерхова з техпідпіллям, що не опалюється. Висота кожного поверху становить 2,50 м, висота підвального поверху – 2,50 м.

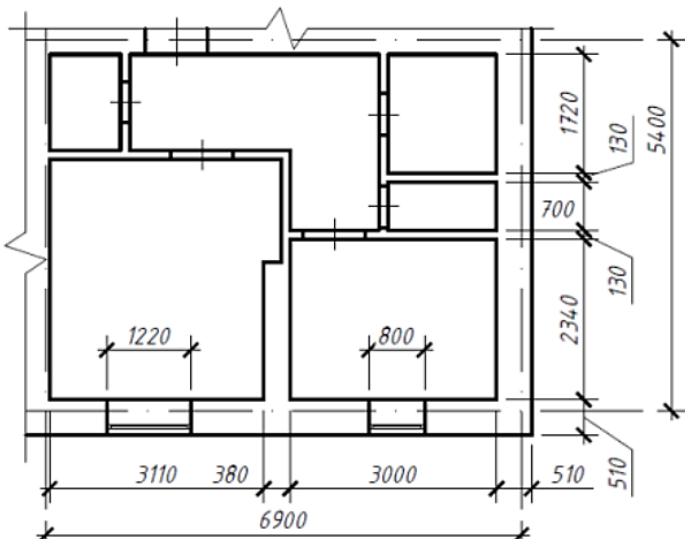
Орієнтовне значення встановленого терміну експлуатації будівлі – 100 років (ДБН В.1.2-14-2018).

Основні техніко-економічні показники будівлі (орієнтовні):

- площа забудови – 900 м²;
- будівельний об'єм – 15 955 м³;
- Загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій = 5150,06 м².

Розміщення стін у відношенні одна до одної складає кут 90°, а геометричні характеристики житлового приміщення наведено в таблиці 19. Детальне планування кожного поверху будівлі наведено в графічній частині роботи, а експлікація до приміщень наведено в додатку Б.

Таблиця 19 – Геометричні характеристики житлового приміщення



Назва геометричної характеристики	Значення
Площа приміщення F , м ²	12,9
Висота приміщення h , м	2,5
Об'єм приміщення V , м ³	32,27
Площа внутрішньої поверхні непрозорих огорожувальних конструкцій $F_{\text{нп}}$, м ²	16,56
Площа внутрішньої поверхні світлопрозорих огорожувальних конструкцій $F_{\text{сп}}$, м ²	1,59

4.2 Конструктивні рішення

Конструктивна система будівлі – жорстка з несучими поздовжніми зовнішніми і внутрішніми стінами. Просторова жорсткість об'єкта забезпечується

спільною роботою несучих поздовжніх і поперечних стін, стін сходових кліток та перекриття.

Ступінь вогнестійкості будівлі (в залежності від її конструктивних характеристик) – II (відповідно до ДБН В.1.1-7:2016).

Цоколь (надземна та підземна частини) – бетонні блоки ФБС, товщиною 500 мм на цементно-піщаному розчині (стрічкові з залізобетону).

Вимощення – бетонне.

Зовнішні стіни товщиною 510 мм, виконані із внутрішнього опорядження штукатуркою та із силікатної цегли на цементно-піщаному розчині. Цоколь – з керамічної цегли на цементно-піщаному розчині. Стіни вентиляційних камер на горищі товщиною 250 мм. Стіни тамбурів – силікатна цегла на цементно-піщаному розчині товщиною 380 мм.

Перекриття – залізобетонні плити товщиною 220 мм, також ухилоутворюючий шар з гравію керамзитового – 50-150 мм, цементно-піщаної стяжки.

Перекриття підвалу – залізобетонна плита перекриття 220 мм, розчин цементно-піщаний, оздоблення плиткою керамічною для підлоги. Перекриття над неопалювальним підвалом розміщене під всією площею будівлі. В місцях сходових клітин відмітка верху перекриття становить 1,0 м.

Покрівля – суміщена з організованим внутрішнім водовідведенням. Покриття – рулонне (гідроізоляційний килим із руберойду), в якості утеплювача застосований керамзитовий шлак.

Сходи – збірні залізобетонні марші та майданчики (сходові клітини опалюються). Сходи ганків – з бетонними східцями.

Перемички, козирки, карнизи – збірні залізобетонні.

З квартир мешканців передбачені виходи на балкони та лоджії.

Огородження балконів – екран армоцегляний. Висота огорожі – 1,2 м.

Огородження лоджій – силікатна цегла. Висота огорожі – 1,2 м.

Заповнення віконних та дверних прорізів виконано з ПВХ вікон та балконних дверей із заповненням двокамерними склопакетами, подекуди дерев'яними (частково вікна та балконні двері замінені власниками на енергоефективні).

Будівля обладнана наступним інженерним обладнанням:

- системи холодного та гарячого водопостачання;
- система каналізації;
- системи вентиляції (природня).
- система водяного опалення, приєднана до централізованого тепlopостачання. (Тепlopостачання житлового будинку здійснюється від теплових мереж міста через вузол вводу тепла);
- освітлювальна та силова електромережі напругою 380/220 В.

4.3 Висновки до розділу 4

Відповідно до технічних характеристик конструктивних елементів будівлі, які були визначені для подальшого правильного проведення термомодернізації, встановлено, що достатня кількість таких елементів потребує поліпшення експлуатаційних показників, покращення якості та впровадження ряду енергозберігаючих заходів. Ефективність таких заходів визначається, виходячи з результатів розрахунку зниження потреб в енергоресурсах.

Це зазначено також в графічній частині роботи та детально опрацьовано.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В цьому розділі магістерської дипломної роботи досліджуються принципи реалізації заходів з охорони праці під час будівництва енергоефективних будівель і споруд. Аналіз потенційних небезпек проведемо за [33, 34] для будівельно-монтажного персоналу. Під час будівництва нової житлової будівлі необхідно передбачати заходи із запобігання впливу на працівників таких шкідливих виробничих факторів: фізичних, хімічних і трудового процесу.

Фізичні фактори: мікроклімат (температура, вологість, швидкість руху повітря, інфрачервоне випромінювання); виробничий шум, ультразвук, інфразвук; вібрація (локальна, загальна); освітлення: природне (недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск тощо). Хімічні фактори: речовини хімічного походження, аерозолі фіброгенної дії (пил). Фактори трудового процесу: важкість (тяжкість) праці; напруженість праці. Важкість праці характеризується рівнем загальних енергозатрат організму або фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальною кількістю стереотипних робочих рухів, величиною статичного навантаження, робочою позою, переміщенням у просторі. Напруженість праці характеризують: сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

У розділі охорони праці потрібно дослідити такі питання як технічні рішення щодо безпечної організації робочих місць, електробезпека, мікроклімат, склад повітря робочої зони, виробниче освітлення, виробничий шум, виробничі вібрації, психофізіологічні фактори, безпека в надзвичайних ситуаціях для працівників і для об'єкта проектування в цілому під час будівництва та після прийняття його в експлуатацію.

5.1 Технічні рішення щодо безпечної експлуатації об'єкта

5.1.1 Технічні рішення щодо безпечної організації робочих місць

Під час монтажу будівельних конструкцій, виробів, трубопроводів і обладнання (далі – виконання монтажних робіт) необхідно передбачати заходи із запобігання негативному впливу на працівників визначених у вступі небезпечних і шкідливих виробничих факторів. За наявності цих факторів безпека монтажних робіт повинна бути забезпечена відповідно до [35], рішень проектно-технічної документації (ПОБ, ПВР тощо), зазначених заходів безпеки праці: точного визначення місця встановлення крана із зазначенням його марки, позначенням небезпечних зон під час його роботи; зазначення ваги вантажу, що піднімається; забезпечення безпеки робочих місць на висоті; визначення послідовності та забезпечення безпечного встановлення конструкцій; забезпечення стійкості конструкцій і частин будинку під час зведення; зазначення схем і способів укрупнювального складання елементів конструкцій.

У робочій зоні монтажних робіт не допускається виконання інших робіт і перебування сторонніх осіб. Під час зведення будинків і споруд забороняється виконувати роботи, пов'язані з перебуванням людей на одній ділянці на поверхах (ярусах), над якими переміщують, встановлюють і тимчасово закріплюють елементи конструкцій та обладнання. За неможливості розподілення будинків і споруд на окремі ділянки одночасне виконання монтажних та інших будівельних робіт на різних поверхах (ярусах) дозволяється тільки за наявності між ними надійних (обґрунтованих відповідними розрахунками на дію ударних навантажень) міжповерхових перекриттів, що передбачені у ПВР. Використання встановлених конструкцій для прикріплення до них вантажних поліспастів, відвідних блоків та інших монтажних пристосувань допускається тільки за згодою проектною організацією, яка виконала робочі креслення конструкцій.

Монтаж конструкцій будинків (споруд) необхідно починати з просторово стійкої частини: сполучного елемента, ядра жорсткості тощо. Монтаж конструкцій

кожного розташованого вище поверху (ярусу) багатопверхового будинку необхідно виконувати після закріплення усіх установлених монтажних елементів відповідно до проекту та досягнення бетоном (розчином) стиків несучих конструкцій необхідної міцності. Під час монтажу каркасних будинків установлювати наступний ярус каркаса допускається тільки після встановлення огорожувальних конструкцій чи тимчасових огорож на попередньому ярусі. Монтаж сходових маршів і площадок будинків (споруд), а також вантажопасажирських підйомників (ліфтів) необхідно здійснювати одночасно з монтажем конструкцій будинку. На змонтованих сходових маршах повинні бути негайно встановлені огорожі.

Під час монтажу конструкцій будинків чи споруд монтажники повинні перебувати на раніше встановлених і надійно закріплених конструкціях чи засобах підмошування. Забороняється перебування людей на елементах конструкцій і обладнання під час їх піднімання і переміщення. Навісні монтажні площадки, сходи та інші пристосування, що необхідні для виконання робіт на висоті, потрібно встановлювати на конструкціях, які монтуються до їх піднімання. Для переходу монтажників з однієї конструкції на іншу потрібно застосовувати драбини, перехідні містки, трапи з огорожами.

Забороняється перехід монтажників по встановлених конструкціях та їх елементах (фермах, ригелях тощо), на яких неможливо забезпечити необхідну ширину проходу при встановлених огорожах, без застосування спеціальних запобіжних пристроїв (натягнутого уздовж ферми чи ригеля каната для закріплення карабіна запобіжного поясу). Місця та способи кріплення каната повинні бути зазначені в ПВР.

Спосіб стропування елементів конструкцій та обладнання повинен забезпечувати їх подавання до місця розміщення в положенні, близькому до проектного. Під час монтажу огорожувальних панелей необхідно застосовувати запобіжний пояс разом із запобіжними пристроями, про що слід зазначити у ПВР. Не дозволяється перебування людей під елементами конструкцій і обладнання, що монтуються. Навісні металеві драбини довжиною більше ніж 5 м необхідно

огородити металевими дугами з вертикальними зв'язками і надійно прикріпити до конструкцій чи обладнання. Необхідно запобігати розгойдуванню й обертанню елементів конструкцій чи обладнання, що монтуються, під час переміщення. Стропування конструкцій і обладнання необхідно виконувати засобами, що забезпечують можливість дистанційного розстропування з робочого горизонту у разі, коли висота до замка вантажозахоплювального засобу перевищує 2 м.

Стропування елементів, що монтуються, необхідно виконувати у місцях, зазначених у робочих кресленнях, і забезпечувати їх піднімання і подавання до місця встановлення у положенні, близькому до проектного. Забороняється піднімання елементів будівельних конструкцій, що не мають монтажних петель чи отворів, маркування і позначок, які забезпечують їх правильне стропування і монтаж. Під час монтажу з транспортних засобів елементи конструкцій забороняється проносити над кабіною водія.

Очищення елементів конструкцій, що підлягають монтажу, від бруду і льоду необхідно робити до їх піднімання. Елементи, що підлягають монтажу, необхідно піднімати плавно, без ривків, розгойдування та обертання. Піднімання вантажу (примерзлого, частково засипаного ґрунтом, сміттям, з'єданого з елементами інших конструкцій тощо), який перевищує вантажопідйомність монтажного крана, заборонено. Піднімати конструкції необхідно в два етапи: спочатку на висоту 20–30 см, потім, після перевірки надійності стропування та монтажних петель, здійснювати подальше піднімання. Установлені в проектне положення елементи конструкцій чи обладнання повинні бути закріплені так, щоб забезпечувалася їх стійкість і геометрична незмінність.

Забороняється виконання монтажних робіт на висоті у відкритих місцях за швидкості вітру 15 м/с і більше, під час ожеледі, грози, туману, що унеможливило б видимість у межах фронту робіт.

5.1.2 Електробезпека

Живлення силового обладнання будівельного майданчика, житлового масиву

та системи освітлення здійснюється від електричної мережі з заземленою нейтраллю напругою 380 х 220 В з частотою 50 Гц.

Проектування та експлуатація електричних мереж і установок повинна здійснюватися за умови дотримання вимог з їхньої електробезпеки [36, 37].

Технічні рішення щодо запобігання електротравмам під час виконання робіт:

1) Для запобігання електротравм від контакту зі струмопровідними елементами електроустаткування потрібно: розміщувати неізольовані струмопровідні елементи в окремих приміщеннях з обмеженим доступом, у металевих шафах; використовувати засоби орієнтації в електроустаткуванні – написи, таблички, попереджувальні знаки; підвід кабелів до споживачів здійснювати в закритих конструкціях підлоги.

2) При живленні однофазних споживачів струму при напрузі до 1000 В використовується нульовий захисний провідник. При його використанні пробій на корпус призводить до КЗ. Спрацьовує захист від КЗ і пошкоджений споживач відключається від мережі.

3) Електрозахисні засоби захисту

Персонал, який обслуговує електроустановки, повинен бути забезпечений випробуваними засобами захисту. Перед застосуванням засобів захисту персонал зобов'язаний перевірити їх справність, відсутність зовнішніх пошкоджень, очистити і протерти від пилу, перевірити за штампом дату наступної перевірки. Користуватися засобами захисту, термін придатності яких вийшов, забороняється.

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

Додатковими електрозахисними засобами називаються засоби, які захищають персонал від напруги дотику, напруги кроку та попереджають персонал про можливість помилкових дій. До них відносяться (до 1000 В): діелектричні калоші;

діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

5.2.1 Мікроклімат

Параметри мікроклімату в виробничому приміщенні [38], де встановлена лінія, наведено в таблиці 20.

Таблиця 20 – Нормування параметрів мікроклімату на непостійних робочих місцях

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

Для забезпечення потрібних за нормативами параметрів мікроклімату проектом передбачено [39]: утеплення фасаду будівлі, встановлення вентиляції приміщень.

5.2.2. Склад повітря робочої зони

В умовах, що розглядаються в роботі, можливим забруднювачем повітря може бути пил нетоксичний [38].

Характерні забруднюючі речовини для виробничого приміщення наведені в таблиці 21.

Таблиця 21 – Характерні забруднюючі речовини для виробничого приміщення

Найменування речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньодобова	
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4

Для забезпечення складу повітря робочої зони в роботі передбачені такі рішення [39]:

- Робочі місця, де можливе виділення пилу та, обладнані вентиляційними пристроями, які повинні бути постійно готовими до роботи.
- Будь-які порушення у системі вентиляції відображаються попереджувальними сигнальними пристроями.
- Установки для кондиціонування повітря або механічні вентиляційні установки під час їх роботи не створюють для працівників протягів.

5.2.3 Виробниче освітлення

Штучне освітлення в будівлі запроектоване загальне, освітлення, за якого світильники розміщуються рівномірно у верхній зоні приміщення (загальне рівномірне освітлення). Нормовані значення виробничого освітлення наведені в таблиці 22.

Характеристика зорових робіт – середньої точності. Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 [40] розряд зорової роботи IV, підрозряд «Г».

Для забезпечення нормованого значення освітлення у проекті передбачено:

- використання природного та штучного освітлення;
- штучне освітлення повинне бути рівномірне та достатньо інтенсивне;
- світло не повинне створює різких тіней на місцях роботи, значних контрастів між освітленим робочим місцем і навколишньою обстановкою;
- штучне світло не створює зайвих відблисків у полі зору працівника.

Таблиця 22 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Х-ка зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Х-ка фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	Г	середній великий великий	світлий світлий середній	-	200	4	2,4

5.2.4 Виробничий шум

Джерелами шуму, що розглядаються в роботі, для працівників є шум будівельних машин і механізмів [41]. Допустимі рівні звукового тиску і рівні звуку для постійного (непостійного) широкосмугового (тонального) шуму наведено в таблиці 23

Таблиця 23 Допустимі рівні звукового тиску і рівні звуку для постійного (непостійного) широкосмугового (тонального) шуму

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах зі середньгеометричними частотами (Гц)									Допустимий рівень звуку, дБА
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Основні виробничі приміщення	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Для забезпечення допустимих параметрів шуму (поліпшення шумового

клімату) в приміщенні проектом передбачено:

- раціональне розташування робочих місць;
- постійний контроль режиму праці і відпочинку працівників;
- обмеження застосування обладнання та використання робочих місць, що не відповідають санітарно-гігієнічним вимогам.

5.2.5 Виробничі вібрації

Загальна вібрація передається на тіло через опорні поверхні людини, що стоїть чи сидить (підшви ніг або сідниці) [42].

На будівельному майданчику присутня вібрація типу – За. Тобто технологічна вібрація діюча на персонал цеху, або яка передається на робочі місця, не маючи джерел випромінювання. Джерелами вібрацій в умовах, що розглядаються в проекті, являються роторні вагоноперекидачі, які відносяться до типу загальної вібрації. Основні параметри вібрації, такі як середньоквадратичне значення віброприскорення та віброшвидкості, логарифмічні рівні приведені у таблиці 24.

Таблиця 24 – Середньоквадратичні значення віброприскорення та віброшвидкості

Категорія вібрації по санітарним нормам	Напрямок дії	Нормативні, корекційовані по частоті та еквівалентні корекційовані значення			
		Віброприскорення		Віброшвидкість	
		$m \cdot s^{-2}$	ДБ	$m \cdot s^{-2} \cdot 10^{-2}$	ДБ
Загальні	Z_0, Y_0, X_0	0,1	100	0,2	92

Для зменшення дії вібрацій на працюючих проектом передбачено:

- динамічне погашення вібрації – приєднання до захисного об'єкту системи, реакції якої зменшують розмах вібрації об'єкта в точках приєднання системи;
- зміна конструктивних елементів машин.

5.2.6 Психофізіологічні фактори

Робота будівельно-монтажного персоналу є достатньо складною і потребує різних навичок та характеристик працюючого, тому і впливи від робіт різні і визначаються за Державними санітарними нормами та правилами «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» [33].

Важкість праці визначається за дод. 15 [33], звідки видно, що даний вид робіт за показниками важкості умов праці характеризується як допустимі умови праці.

- енергозатрати організму: при регіональному навантаженні (з переважною участю м'язів рук та плечового суглоба) для жінок - до 7800;

- загальні енергозатрати організму, Вт - до 290;

- робоча поза: періодичне перебування в незручній позі (робота з поворотом тулуба, незручним розташуванням кінцівок) та/або фіксованій позі (неможливість зміни взаєморозташування різних частин тіла відносно одна одної);

- нахили тулуба (вимушені, більше 30°), кількість за зміну: 51-100;

Напруженість праці визначається за дод. 16 [33], робота відноситься до інтелектуальної, і має наступні характеристики:

- зміст роботи: відсутня необхідність прийняття рішення;

- сенсорні навантаження : 51-75;

- розмір об'єкта розрізнення (при відстані від очей працюючого до об'єкта розрізнення не більше 0,5 м), мм, % часу зміни: 5,0-1,1 мм більше 50% часу;

- тривалість робочого дня, год. – 8 годин;

- змінність роботи - однозмінна робота (без нічної зміни).

Дані характеристики вказуються на те, що за напруженістю робота інженера-проектувальника (цивільне будівництво), який здійснює чисельне моделювання перерозподілу зусиль між елементами кушового пального фундаменту в залежності від кількості паль відноситься до другого класу з допустимими умовами напруженості праці (напруженість праці середнього ступеня).

5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Радіаційний захист

5.3.1 Дія радіації на людину

Організм людини, рослинний і тваринний світ постійно зазнають дії іонізуючого випромінювання, яке складається з природної (космічне випромінювання, випромінювання радіоактивних газів з верхніх шарів земної кори) і штучної (рентгенівські апарати, телевізійні прилади, радіоізотопи, атомоходи, атомні електростанції, ядерні випробування) радіоактивності.

Усі джерела радіоактивного випромінювання становлять так званий природний радіаційний фон, під яким розуміють дозу іонізуючого випромінювання, що складається з космічного випромінювання, випромінювання природних радіонуклідів, які знаходяться у верхніх шарах Землі, приземній атмосфері, продуктах харчування, воді та організмі людини.

Радіоактивні речовини потрапляють у повітря, ґрунти, ріки, озера, моря, океани, а звідти поглинаються рослинами, рибами, тваринами і моллюсками. Через листя і коріння радіоактивні речовини потрапляють у рослини, а потім в організм тварин і з продуктами рослинного та тваринного походження, з водою – в організм людини.

Основним джерелом опромінювання людини є радіоактивні речовини, які потрапляють з їжею. Ступінь небезпеки забруднення радіонуклідами залежить від частоти вживання забруднених радіоактивними речовинами продуктів, а також від швидкості виведення їх з організму. Якщо радіонукліди, які потрапили в організм, однотипні з елементами, що споживає людина з їжею (натрій, калій, хлор, кальцій, залізо, марганець, йод та ін.), то вони швидко виводяться з організму разом з ними.

Деякі речовини харчових продуктів (пектинові, барвники) утворюють нерозчинні сполуки зі стронцієм, кобальтом, свинцем, кальцієм та іншими важкими металами, які не перетравлюються і виводяться з організму. Отже, ці речовини виконують радіозахисну функцію. Тому пектин, а також пектиномісткі продукти (чорна смородина, агрус, полуниці та ін.), використовують у

спеціальному харчуванні для виведення радіоактивних елементів з організму.

Первинним процесом дії радіоактивних речовин в організмі людини є іонізація. Збуджена при цьому енергія іонізуючого опромінювання передається на різні речовини організму людини. У разі дії на прості речовини (гази, метали та ін.) будь-яких змін фізико-хімічної природи у них не спостерігається. При дії на складні речовини, молекули яких складаються з багатьох різних атомів, вони розпадаються (дисоціація). Це так звана пряма дія на прості або складні речовини організму людини. Більш суттєву роль відіграє механізм непрямой дії іонізуючого випромінювання, під яким треба розуміти радіаційно-хімічні зміни у певній розчинній речовині, зумовлені продуктами радіолізу (розпаду) води.

5.3.2. Розрахунок коефіцієнта протирадіаційного захисту приміщення підвального поверху

Коефіцієнт протирадіаційного захисту приміщення, в якому переховуватимуться люди розраховуватимемо за формулою

$$K_3 = \frac{0,77 \times K_1 \times K_{CT} \times K_{II}}{K_M \times (1 - K_{III}) \times [(K_0 \times K_{CT} + 1) \times (K_{II} + 1)]}$$

Для розрахунку використаємо такі дані:

1. Стіни залізобетонні (400 мм), маса 1 м²– 610 кг;
2. Стіни залізобетонні (500 мм), маса 1 м²– 816 кг;
3. Дверні прорізи: 1,9 м².
4. Маса 1 м² міжповерхового перекриття – 690 кг/м².
5. Площа підлоги для розрахунку приміщення – 115,6 м²;
6. Висота приміщення – 3 м;
7. Ширина зараженої ділянки, що примикає до приміщення – 31 м;
8. Плоскі кути:

Кут $\alpha_1 = 38^\circ$. Проти кута розташовані:

- стіна залізобетонна (500 мм) площею 18,75 м².

Кут $\alpha_2 = 142^\circ$. Проти кута розташовані:

- стіна залізобетонна (500 мм) площею $55,5 \text{ м}^2$.

Кут $\alpha_3 = 38^\circ$. Проти кута розташовані:

- стіна залізобетонна (500 мм) площею $18,75 \text{ м}^2$.

Кут $\alpha_4 = 142^\circ$. Проти кута розташовані:

- стіна залізобетонна (400 мм) площею $55,5 \text{ м}^2$ з прорізом площею $12,3 \text{ м}^2$
- стіна залізобетонна (500 мм) площею $55,5 \text{ м}^2$.

Визначаємо зведені маси стін і перегородок, розташованих проти плоских кутів.

Кут $\alpha_1 = 38^\circ$.

Маса 1 м^2 стіни залізобетонної (500 мм) площею $18,75 \text{ м}^2$

$$G_{36} = 816 \text{ (кг)}$$

Сумарна маса 1 м^2 стін і перегородок плоского кута α_1

$$G_{\Sigma}^1 = 816 \text{ (кг)}$$

Кут $\alpha_2 = 142^\circ$.

Маса 1 м^2 стіни залізобетонної (500 мм) площею $55,5 \text{ м}^2$

$$G_{36} = 816 \text{ (кг)}$$

Сумарна маса 1 м^2 стін плоского кута α_2

$$G_{\Sigma}^2 = 816 \text{ (кг)}$$

Кут $\alpha_3 = 38^\circ$.

Маса 1 м^2 стіни залізобетонної (500 мм) площею $18,75 \text{ м}^2$

$$G_{36} = 816 \text{ (кг)}$$

Сумарна маса 1 м^2 стін плоского кута α_3

$$G_{\Sigma}^3 = 816 \text{ (кг)}$$

Кут $\alpha_4 = 142^\circ$.

Маса 1 м^2 стіни залізобетонної (400 мм) площею $55,5 \text{ м}^2$ з прорізом площею

12,3 м²

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{12,3}{55,5} = 0,22, \quad G_{36} = 610(1 - 0,22) = 475 \text{ (кг)}$$

Маса 1 м² стіни залізобетонної (500 мм) площею 55,5 м²

$$G_{36} = 816 \text{ (кг)}$$

Сумарна маса 1 м² стін плоского кута α_4

$$G_{\Sigma}^4 = 475 + 816 = 1291 \text{ (кг)}$$

Сумарні маси 1 м² стін і перегородок проти плоских кутів приміщення

$$G_{\Sigma}^1 = 816 \text{ (кг)}; \quad G_{\Sigma}^2 = 816 \text{ (кг)};$$

$$G_{\Sigma}^3 = 816 \text{ (кг)}; \quad G_{\Sigma}^4 = 1291 \text{ (кг)}$$

Сумарна маса стін і перегородок проти четвертого плоского кута приміщення більше 1000 кг/м², тому коефіцієнт K_1 , що враховує долю радіації після послаблення зовнішніми і внутрішніми стінами складе

$$K_1 = \frac{360}{36 + \sum \alpha_i} = \frac{360}{36 + 218} = 1,42$$

За мінімальною сумарною масою стін $G_{\text{сеп}} = 816 \text{ кг/м}^2$ визначаємо [43] коефіцієнт $K_{\text{ст}} = 290$.

За шириною будівлі визначаємо коефіцієнт, який враховує долю розсіювання випромінювання $K_{\text{ш}} = 0,15$ (висота приміщення складає 3 м) [43].

Коефіцієнт K_0 , що враховує зниження поглинальної здатності зовнішніх стін за рахунок наявності в прорізів та проникнення в приміщення вторинного випромінювання, з врахуванням висоти від підлоги менше 0,8 м розрахуємо

$$K_0 = 0,8 \frac{S_0}{S_{\text{п}}} = 0,8 \frac{0}{115,6} = 0$$

де $S_0 = 0 \text{ м}^2$ – загальна площа віконних перерізів приміщення, що виходять на вулицю; $S_{\text{п}} = 115,6 \text{ м}^2$ – площа підлоги приміщення.

Коефіцієнт, що враховує зниження дози радіації в будинку, розташованому

районі забудови, від екранувальної дії сусідніх споруд $K_M=0,55$ [43].

Коефіцієнт, що враховує кратність послаблення радіації перекриттям підвалу $K_{II}=800$ [43].

Тоді

$$K_3 = \frac{0,77 \times K_1 \times K_{CT} \times K_{II}}{K_M \times (1 - K_{III}) \times [(K_0 \times K_{CT} + 1) \times (K_{II} + 1)]} =$$

$$= \frac{0,77 \times 1,41 \times 290 \times 800}{0,55 \times (1 - 0,15) \times [(0 \times 290 + 1) \times (800 + 1)]} = 672$$

Проведені для приміщення підвального поверху розрахунки показали, що коефіцієнт протирадіаційного захисту цього приміщення складає 672, тому дане приміщення можна використати як протирадіаційне укриття для чого необхідно:

- забезпечити можливість герметизації приміщення;
- забезпечити наявність мінімум двох виходів з приміщення;
- створити запас води та харчових продуктів тривалого зберігання;
- встановити в приміщенні фільтровентиляційну систему.

6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Виконання робіт з теплоізоляції та улаштування огорожувальних конструкцій будівлі є невід'ємним рішенням для підвищення енергоефективності будинків. Правильний вибір способу утеплення, матеріалу утеплювача, його товщини, підбір надійних конструкцій заповнення віконних і дверних прорізів, а також якісно виконані будівельно-монтажні роботи – одні з основних чинників майбутньої економії енергії. Тому важливо обрати оптимальний, економічно вигідний варіант матеріалів та кваліфікованих виконавців.

Кошторисна вартість визначалась за допомогою програмного комплексу АВК – 5 (3.6.0), в ньому складено локальні кошториси на будівельні роботи на улаштування теплоізоляції зовнішніх стін та цоколів, та на заміну (ремонт) блоків віконних та блоків балконних дверей в місцях загального користування будівлі.

Також складено об'єктний кошторис на будівництво: Комплекс робіт з теплоізоляції та улаштування огорожувальних конструкцій будівлі.

Кошторисна вартість розрахованого комплексу робіт складає 5 264 407 грн., а кошторисна трудомісткість – 27 527,63 люд.-год.

Оцінка ефективності заходів з термомодернізації житлових будівель масових серій забудови

ОБ`ЄКТНИЙ КОШТОРИС № 2-1

на будівництво : Комплекс робіт з теплоізоляції та улаштування огорожувальних конструкцій будівлі

Кошторисна вартість об`єкта	5264,407 тис.грн.
Кошторисна трудомісткість	27,52763 тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата	1950,941 тис.грн.
Вимірник одиничної вартості	
Будівельні обсяги	

Складений в поточних цінах станом на 20 квітня 2023 р.

№ п/п	Номери кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.			Кошторисна трудомісткість, тис.	Кошторисна заробітна плата, тис. грн.	Показники одиничної вартості
			будівельних робіт	устаткування, меблів та інвентарю	всього			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2-1-1	на Улаштування теплоізоляції зовнішніх стін та цоколів	5117,5	-	5117,5	27,13883	1924,487	-
2	2-1-2	на Заміна або ремонт блоків віконних або/та блоків балконних дверей в місцях загального користування будівлі	146,907	-	146,907	0,38880	26,454	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Всього:	5264,407	--	5264,407	27,52763	1950,941	--

Головний інженер проєкту

[підпис, (ініціали, прізвище)]

(Головний архітектор проєкту)

Начальник відділу

[підпис, (ініціали, прізвище)]

Склав

[підпис, (ініціали, прізвище)]

Перевірив

[підпис, (ініціали, прізвище)]

Оцінка ефективності заходів з термомодернізації житлових будівель масових серій забудови

**Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-1
на Улаштування теплоізоляції зовнішніх стін та цоколів**

Комплекс робіт з теплоізоляції та улаштування огорожувальних конструкцій будівлі

Основа:

креслення (специфікації)

Кошторисна вартість

Кошторисна трудомісткість

Кошторисна заробітна плата

Середній розряд робіт

5117,5 тис. грн.

27,13883 тис.люд.-год.

1924,487 тис. грн.

4,2 розряд

Складений в поточних цінах станом на "20 квітня" 2023 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати
					на одиницю	всього					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Розділ 1. Утеплення фасадів пінополістирольними плитами товщиною 150 мм											
1	PH11-29-2	Суцільне вирівнювання поверхонь стін [одношарове штукатурення], товщина шару 10 мм	100м2	4,49	<u>6395,73</u> 4499,64	<u>60,27</u> 53,93	28717	20203	<u>271</u> 242	<u>77,5800</u> 0,7992	<u>348,33</u> 3,59
2	EH15-78-1 вказівки щодо заст. РЕКНр п.4.4 (коєф.	Утеплення фасадів пінополістирольними плитами товщиною 150 мм з опорядженням декоративним розчином. Стіни гладкі	100 м2	14,957	<u>48495,13</u> 46666,87	<u>-</u> -	725342	697996	<u>-</u> -	<u>662,3172</u> -	<u>9906,28</u> -

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	& С1545-203-3 варіант 1	Профілі цокольні з перфорованими поличками, шириною 150 мм	м	201,552	<u>65,52</u> -	- -	13206	-	- -	- -	- -
4	& С111-156-102 варіант 1	Дюбель розпорний з шурупом і шайбою FIX-10/120	шт	593	<u>4,75</u> -	- -	2817	-	- -	- -	- -
5	С111-1624-2	Грунтовка глибокого проникнення	л	299,14	<u>22,19</u> -	- -	6638	-	- -	- -	- -
6	С111-2011-3 варіант 1	Клейова суміш для приклеювання та захисту пінополістирольних плит	кг	8974,2	<u>9,00</u> -	- -	80768	-	- -	- -	- -
7	С114-97 варіант 1	Плити теплоізоляційні з пінопласту полістирольного, товщиною 150 мм	м3	240,05985	<u>6,32</u> -	- -	573177	-	- -	- -	- -
8	& С111-155-109 варіант 2	Дюбелі поліамідні зі стальними сердечниками, довжиною 220 мм діаметр 10 мм	шт.	12085			76377	-			
9	С111-2011-3 варіант 1	Клейова суміш для приклеювання та захисту пінополістирольних плит			<u>9,00</u> -	- -		-	- -	- -	- -
	С1550-25 варіант 1	Армуюча сітка для систем утеплення	кг	8974,2	<u>23,27</u> -	- -	80768	-	- -	- -	- -
	РН11-35-1	Улаштування додаткового захисного армувального шару з склоітми		1720,055	<u>12662,75</u> <u>12496,00</u>	<u>166,75</u> <u>149,20</u>			<u>702</u> <u>628</u>	<u>199,9680</u> <u>2,2111</u>	<u>841,47</u> <u>9,3</u>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Розділ 3. Утеплення фасадів екструзійними пінополістирольними плитами товщиною 100 мм (зовнішні стіни в місцях ймовірного замощання)									
		<i>Суцільне вирівнювання поверхонь стін [одношарове штукатурення], товщина шару 10 мм</i>									
26	PH11-29-2		100м2	0,33	<u>6395,73</u> 4499,64	<u>60,27</u> 53,93	2111	1485	<u>20</u> 18	<u>77,5800</u> 0,7992	<u>25,6</u> 0,26
		<i>Утеплення фасадів екструзійними пінополістирольними плитами товщиною 150 мм з опорядженням декоративним розчином. Стіни гладкі</i>									
27	EH15-78-1 вказівки щодо заст. РЕКНр п.4.4 (коэф. H2=1,15; H15=1,15)		100 м2	1,085	<u>48495,13</u> 46666,87	<u>-</u> -	52617	50634	<u>-</u> -	<u>662,3172</u> -	<u>718,61</u> -
		H2=1,15 H5=1,15									
		Грунтовка глибокого проникнення									
	C111-1624-2										
		Клейова суміш для приклеювання та захисту пінополістирольних плит									
28	C111-2011-3 варіант 1		л	21,7	<u>22,19</u> -	<u>-</u> -	482	-	<u>-</u> -	<u>-</u> -	<u>-</u> -
		Плити теплоізоляційні з пінопласту полістирольного, товщиною 150 мм									
29	C114-97 варіант 1		кг	651	<u>9,00</u> -	<u>-</u> -	5859	-	<u>-</u> -	<u>-</u> -	<u>-</u> -
		Дюбелі поліамідні зі стальними сердечниками, довжиною 220 мм діаметр 10 мм									
	& C111-155-109				<u>2387,64</u> -	<u>-</u> -			<u>-</u> -	<u>-</u> -	<u>-</u> -

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
40	C114-97 варіант 2	Плити теплоізоляційні з пінопласту полістирольного, товщиною 100 мм	м3	18,8641	<u>2387,64</u> -	- -	45041	-	- -	- -	- -
41	& C111-155- 109 варіант 3	Дюбелі поліамідні зі стальними сердечниками, довжиною 160 мм діаметр 10 мм	шт.	1425	<u>5,32</u> -	- -	7581	-	- -	- -	- -
42	C111-2011-3 варіант 1	Клейова суміш для приклеювання та захисту пінополістирольних плит	кг	1057,8	<u>9,00</u> -	- -	9520	-	- -	- -	- -
43	C1550-25 варіант 3 PH2-6-7	Армуюча сітка для систем утеплення (антивандальна) <i>Улаштування вертикальної гідроізоляції фундаментів стін</i>	м2	202,745	<u>46,91</u> -	- -	9511	-	- -	- -	- -
44	C111-2002-2 варіант 1	Еластична гідроізоляційна суміш	100 м2	1,763	<u>68,72</u> -	- -	6654	6654	- -	- -	- -
45	C111-2014-4 варіант 1	Фарба ґрунтуюча	кг	705,2	<u>46,01</u> -	- -	48461	-	- -	- -	- -
		Разом прями витрати по розділу 4			<u>68,12</u>	-	283144	91313	<u>32</u> 29		<u>1311,57</u> 0,42
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі:					283144				
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					191799				
		всього заробітна плата, грн.					91342				
		Загальновиробничі витрати, грн.					39057				
							118,74				
							12049				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

		Розділ 5. Утеплення фасадів мінераловатними плитами товщиною 150 мм (лоджії) цегла лоджії									
49	ЕН15-78-1 вказівки щодо заст. РЕКНр п.4.4 (коєф. Н2=1,15; Н15=1,15)	Утеплення фасадів мінераловатними плитами товщиною 150 мм з опорядженням декоративним розчином. Стіни гладкі	100 м2	2,807	<u>48495,13</u> 46666,87	-	136126	130994	-	<u>662,3172</u>	<u>1859,12</u>
	C111-1624-2	Н2=1,15 Н5=1,15									
		Грунтовка глибокого проникнення									
50	C111-2011-6 варіант 1	Клейова суміш для приклеювання та захисту плит із мінеральної вати	л	56,14	<u>22,19</u> -	-	1246	-	-	-	-
	C114-6-У варіант 1	Плити теплоізоляційні із мінеральної вати, щільністю 135 кг/м3, товщиною 150 мм	кг	1684,2	<u>9,70</u> -	-	16337	-	-	-	-
	& C111-155- 109	Дюбелі поліамідні зі стальними сердечниками, довжиною 220 мм діаметр 10 мм	м3	45,05235	<u>2576,92</u> -	-	116096	-	-	-	-
52	варіант 2				<u>6,32</u> -	-			-	-	-
53	C111-2011-6 варіант 1	Клейова суміш для приклеювання та захисту плит із мінеральної вати	шт.	2268			14334	-			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Разом прямі витрати по розділу 5					356996	130994	-		<u>1859,12</u>
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі:					356996		-		-
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					226002				
		всього заробітна плата, грн.					130994				
		Загальновиробничі витрати, грн.					55043				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					163,6				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					16601				
		Всього будівельні роботи, грн.					412039				

Розділ 6. Утеплення фасадів пінополістирольними плитами товщиною 150 мм (плити знизу zesкленних балконів)											
58	PH11-29-4	Суцільне вирівнювання бетонних поверхонь стель [одношарове штукатурення], товщина шару 10 мм	100м2	0,04	<u>7636,40</u> 5522,08	<u>67,30</u> 60,22	305	221	<u>3</u> 2	<u>91,6680</u> 0,8924	<u>3,67</u> 0,04
59	PH19-26-3	Теплоізоляція покриттів та перекриттів знизу виробами з пінопласту									
		Грунтовка глибокого проникнення	м3	1,95	<u>3147,54</u> 3130,83	-	6138	6105	-	<u>48,3600</u> -	<u>94,3</u> -
60	C111-1624-2	Клейова суміш для приклеювання та захисту пінополістирольних плит	л	2,6	<u>22,19</u> -	-	58	-	-	-	-
61	C111-2011-3 варіант 1	Плити теплоізоляційні з пінопласту полістирольного, товщиною 150 мм	кг	78	<u>9,00</u> -	-	702	-	-	-	-
		Дюбелі поліамідні зі стальними			<u>2387,64</u> -	-			-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
65	C1550-25 варіант 1	Армуюча сітка для систем утеплення	м2	14,95	<u>23,27</u>	-	348	-	-	-	-
66	E13-13-1 вказівки щодо заст. РЕКНр п.4.4 (коэф. H2=1,15; H15=1,15)	Ґрунтування бетонних і обштукатурених поверхонь ґрунтовою, перший шар	100м2	0,13	<u>669,13</u> 659,55	<u>7,24</u> 2,46	87	86	<u>1</u> -	<u>9,2322</u> 0,0375	<u>1,2</u> -
		Разом прями витрати по розділу 6					14435	6412	<u>4</u> 2		<u>99,17</u> 0,04
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі:					14435				
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн.					8019 6414 2859				
		Загальновиробничі витрати, грн.					9,11 924				
		трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					17294				
		Всього будівельні роботи, грн.									
		Розділ 7. Утеплення фасадів пінополістирольними плитами товщиною 50 мм (плити знизу не зескленних балконів)									
68	PH11-29-4	Суцільне вирівнювання бетонних поверхонь стель [одношарове штукатурення], товщина шару 10 мм	100м2	0,01	<u>5522,08</u>	<u>60,22</u>	76	55	<u>1</u>	<u>0,8924</u>	<u>0,01</u>
		Теплоізоляція покриттів та перекриттів			<u>3130,83</u>	-			-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
70	C111-1624-2	Грунтовка глибокого проникнення	л	0,66	<u>22,19</u> -	- -	15	-	- -	- -	- -
71	C111-2011-3 варіант 1	Клейова суміш для приклеювання та захисту пінополістирольних плит	кг	19,8	<u>9,00</u> -	- -	178	-	- -	- -	- -
72	C114-97 варіант 3	Плити теплоізоляційні з пінопласту полістирольного, товщиною 50 мм	м3	0,17655	<u>2387,64</u> -	- -	422	-	- -	- -	- -
73	& C111-155-109 варіант 4	Дюбелі поліамідні зі стальними сердечниками, довжиною 120 мм діаметр 10 мм	шт.	27	<u>5,00</u> -	- -	135	-	- -	- -	- -
74	C111-2011-3 варіант 1	Клейова суміш для приклеювання та захисту пінополістирольних плит	кг	19,8	<u>9,00</u> -	- -	178	-	- -	- -	- -
	C1550-25 варіант 1	Армуюча сітка для систем утеплення	кг	19,8	<u>23,27</u> -	- -	178	-	- -	- -	- -
75	ЕН15-183-1 вказівки щодо заст. РЕКНр	Декоративне штукатурення фасадів	м2	3,795	<u>23702,38</u> <u>22808,15</u>	- -	88	-	- -	<u>319,2630</u> -	<u>10,54</u> -
76	п.4.4 (коеф. N2=1,15; N15=1,15)		100м2	0,033			782	753			
		Разом прямі витрати по розділу 7					2969	1325	<u>1</u> 1		<u>19,44</u> 0,01
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі:					2969				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
88	PH8-32-3	Улаштування покрівель рулонних з матеріалів, що наплавляються, із застосуванням газопламеневих пальників, в два шари	100м2	0,163	<u>18980,78</u> 2546,63	<u>41,44</u> 38,07	3094	415	<u>7</u> 6	<u>39,8160</u> 0,6242	<u>6,49</u> 0,1
89	PH8-45-3	Улаштування примикань висотою 400 мм з рулонних покрівельних матеріалів до цегляних стін і парпетів із застосуванням газопламеневих пальників	100 м	0,18	<u>14455,72</u> 3849,11	<u>128,40</u> 117,93	2602	693	<u>23</u> 21	<u>60,1800</u> 1,9339	<u>10,83</u> 0,35
90	EH15-47-5 вказівки щодо заст. РЕКНр п.4.4 (коэф.	Установлення перфорованих штукатурних кутиків	100м	0,18	<u>1859,06</u> 1859,06	<u>-</u> -	335	335	<u>-</u> -	<u>27,9726</u> -	<u>5,04</u> -
		Разом прямі витрати по розділу 8					20786	3345	<u>245</u> 224		<u>55,97</u> 3,67
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі:					20786				
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					17196				
		всього заробітна плата, грн.					3569				
		Загальновиробничі витрати, грн.					1867				
		трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год.					6,99				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					709				
		Всього будівельні роботи, грн.					22653				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Розділ 9. Утеплення фасадів екструзійними пінополістирольними плитами товщиною 50 мм (торець плит, тамбур, плити верхніх не застелених балконів)									
		<i>Суцільне вирівнювання поверхонь стін [одношарове штукатурення], товщина шару 10 мм</i>									
92	PH11-29-2		100м2	0,25	<u>6395,73</u> 4499,64	<u>60,27</u> 53,93	1599	1125	<u>15</u> 13	<u>77,5800</u> 0,7992	<u>19,4</u> 0,2
		Теплоізоляція стін та колон прямокутних виробами з пінопласту на бітумі									
		Грунтовка глибокого проникнення									
93	PH19-26-1		м3	4,16	<u>2491,16</u> 2480,29	-	10363	10318	-	<u>37,3200</u> -	<u>155,25</u> -
		Поліуретановий клей для пінополістиролу, 850 мл									
94	C111-1624-2		л	16,64	<u>22,19</u> -	-	369	-	-	-	-
		Плити теплоізоляційні з екструзійного пінополістиролу, товщиною 50 мм									
95	C1550-26 варіант 1		балон	8,32	<u>195,31</u> -	-	1625	-	-	-	-
		Дюбелі поліамідні зі стальними сердечниками, довжиною 120 мм діаметр 10 мм									
96	C114-97 варіант 4		м3	4,4512	<u>2408,46</u> -	-	10721	-	-	-	-
		Клейова суміш для приклеювання та захисту пінополістирольних плит									
97	& C111-155-109 варіант 4		шт.	672	<u>5,00</u> -	-	3360	-	-	-	-
		Армуюча сітка для систем утеплення									
		Разом прями витрати по розділу 9			9,00	-	60766	14583	<u>15</u> 13	-	<u>223,15</u> 0,2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. Всього будівельні роботи, грн.					46168 14596 6662 21,82 2215 67428					
		Розділ 10. Утеплення фасадів мінераловатними плитами товщиною 20 мм (відкоси)										
102	PH11-29-2	Суцільне вирівнювання поверхонь стін [одношарове штукатурення], товщина шару 10 мм	100м2	0,907	<u>6395,73</u> 4499,64	<u>60,27</u> 53,93	5801	4081	<u>55</u> 49	<u>77,5800</u> 0,7992	<u>70,37</u> 0,72	
103	EH15-78-3 вказівки щодо заст. РЕКНр п.4.4 (коэф. H2=1,15; H15=1,15)	Утеплення фасадів мінеральними плитами товщиною 20 мм з опорядженням декоративним розчином. Укоси, ширина до 300 мм	100 м2	0,907	<u>71379,09</u> 69214,65	-	64741	62778	-	<u>982,3254</u> -	<u>890,97</u> -	
	C111-1844-1	H2=1,15 H5=1,15 Кутики штукатурні металеві оцинковані перфоровані										
		Грунтовка глибокого проникнення			<u>9,02</u>	-			-	-	-	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
108	& С111-155-109 варіант 4	Дюбелі поліамідні зі стальними сердечниками, довжиною 120 мм діаметр 10 мм	шт.	551	<u>5,00</u> -	- -	2755	-	- -	- -	- -
109	С111-2011-6 варіант 1	Клейова суміш для приклеювання та захисту плит із мінеральної вати	кг	544,2	<u>9,70</u> -	- -	5279	-	- -	- -	- -
110	С1550-25 варіант 1	Армуюча сітка для систем утеплення	м2	116,1	<u>23,27</u> -	- -	2702	-	- -	- -	- -
111	С111-2014-4 варіант 1	Фарба ґрунтуюча	кг	68,025	<u>46,01</u> -	- -	3130	-	- -	- -	- -
112	С111-2012-13 варіант 1	Штукатурка декоративна силікон-силікатна (камінцева)	кг	253,96	<u>50,03</u> -	- -	12706	-	- -	- -	- -
113	& С1545-203-2 варіант 3 РН8-4-1	Профіль кутовий із капельником	м	665,7	<u>26,51</u> -	- -	17648	-	- -	- -	- -
114	ЕН10-25-4 вказівки щодо заст. РЕКНр п.4.4 (коэф. Н2=1,15; Н15=1,15)	Розбирання поясків, сандриків, жолобів, відливів, звисів тощо з листової сталі	100м	6,34	<u>931,28</u> <u>911,29</u> <u>2347,33</u> <u>2241,98</u>	- -	5904	5778	- -	<u>17,2560</u> -	<u>109,4</u> -
115		Установлення віконних зливів	100м	6,34		<u>97,90</u> <u>69,58</u>	5904	5778	<u>621</u> <u>441</u>	<u>37,6740</u> <u>1,0019</u>	<u>238,85</u> <u>6,35</u>
			100м	6,34			14882	14214			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
123	C114-6-У варіант 3	Плити теплоізоляційні із мінеральної вати, щільністю 135 кг/м3, товщиною 50 мм	м3	2,46635	<u>2576,92</u>	-	6356	-	-	-	-
124	& C111-155- 109 варіант 3	Дюбелі поліамідні зі стальними сердечниками, довжиною 160 мм діаметр 10 мм	шт.	372	<u>5,32</u>	-	1979	-	-	-	-
125	C111-2011-6 варіант 1	Клейова суміш для приклеювання та захисту плит із мінеральної вати	кг	276,6	<u>9,70</u>	-	2683	-	-	-	-
126	C1550-25 варіант 1	Армуюча сітка для систем утеплення	м2	53,015	<u>23,27</u>	-	1234	-	-	-	-
	C111-2014-4 варіант 1	Фарба ґрунтуюча			<u>46,01</u>	-		-	-	-	-
		Разом прямі витрати по розділу 11					46440	22143	<u>8</u>		<u>316,19</u>
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі:					46440		<u>8</u>		<u>0,11</u>
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					24289				
		всього заробітна плата, грн.					22151				
		Загальновиробничі витрати, грн.					9333				
		трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год.					27,84				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					2824				
		Всього будівельні роботи, грн.					55773				
129	PH20-5-1	Розділ 12. Інші роботи <i>Установлення та розбирання зовнішніх металевих трубчастих інвентарних риштувань, висота риштувань до 16 м</i>	100м2	32,4064	<u>5109,51</u>	-	310059	165581	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
130	E20-36-1 вказівки щодо заст. РЕКНр п.4.4 (коэф. H2=1,15; H15=1,15) к дем.=0,4	(Демонтаж)агрегатів вентиляційних пилоуловлюючих	шт	14	<u>306.66</u> 252,90	<u>52.94</u> 20,67	4293	3541	<u>741</u> 289	<u>4.5209</u> 0,3157	<u>63.29</u> 4,42
131	E20-36-1 вказівки щодо заст. РЕКНр п.4.4 (коэф. H2=1,15; H15=1,15) PH20-41-2	H2=1,15 H5=1,15 Установлення агрегатів вентиляційних пилоуловлюючих	шт	14	<u>766.65</u> 632,25	<u>132.35</u> 51,68	10733	8852	<u>1853</u> 724	<u>11.3022</u> 0,7892	<u>158.23</u> 11,05
		Разом прямі витрати по розділу 12					325162	177982	<u>2663</u> 1025		<u>3041.01</u> 15,63
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі:					325162				
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					144517				
		всього заробітна плата, грн.					179007				
		Загальновиробничі витрати, грн.					94606				
							357,07				
							36234				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	

		Разом прямі витрати по кошторису					4380311	1688978	<u>4762</u> 2792		<u>24803,43</u> 41,95	
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі:					4380311					
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					2686571					
		всього заробітна плата, грн.					1691770					
		Загальновиробничі витрати, грн.					737189					
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					2293,45					
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					232717					
		Всього будівельні роботи, грн.					5117500					
		Кошторисна трудомісткість, люд.год.					27138,83					
		Кошторисна заробітна плата, грн.					1924487					

Склав _____

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірів _____

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Оцінка ефективності заходів з термомодернізації житлових будівель масових серій забудови

Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-2

на Заміна або ремонт блоків віконних або/та блоків балконних дверей в місцях загального користування будівлі

Комплекс робіт з теплоізоляції та улаштування огорожувальних конструкцій будівлі

Основа:

креслення (специфікації)

Кошторисна вартість

Кошторисна трудомісткість

Кошторисна заробітна плата

Середній розряд робіт

146,907 тис. грн.

0,3888 тис.люд.-год.

26,454 тис. грн.

3,9 розряд

Складений в поточних цінах станом на 20 квітня 2023 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										тих, що обслуговують машини	
					заробітної плати	в тому числі заробітної плати	Всього	заробітної плати	в тому числі заробітної плати	на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Розділ 1. Демонтаж/монтаж віконних блоків місць загального користування											
1	PH6-1-1	Демонтаж віконних коробок в кам'яних стінах з відбиванням штукатурки в укосах	100 шт	0,24	<u>11441,98</u> 10608,88	<u>821,38</u> 323,71	2746	2546	<u>197</u> 78	<u>191,4960</u> 4,5313	<u>45,96</u> 1,09
2	PH6-2-2	Знімання зашкленених віконних рам	100 м2	0,4104	<u>3859,42</u> 3711,76	<u>147,66</u> 132,12	1584	1523	<u>61</u> 54	<u>68,2560</u> 1,9580	<u>28,01</u> 0,8
3	EH10-20-2 вказівки щодо заст. РЕКНр п.4.4 (коэф. H2=1,15; H15=1,15)	Заповнення віконних прорізів готовими блоками площею до 2 м2 з металопластику в кам'яних стінах житлових і громадських будівель	100м2	0,4104	<u>14854,64</u> 13921,80	<u>874,60</u> 621,55	6096	5714	<u>359</u> 255	<u>206,3100</u> 8,9501	<u>84,67</u> 3,67

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	C123-8 варіант 1	H2=1,15 H5=1,15 Віконні блоки металопластикові енергозберігаючі	м2	41,04	<u>2284,43</u> -	- -	93753	-	- -	- -	- -
5	& C1113- 200-8	Піна монтажна 750 мл	шт	21	<u>148,82</u> -	- -	3125	-	- -	- -	- -
6	& C111-196- 111 варіант 2	Герметик силіконовий	л	6,16	<u>364,70</u> -	- -	2247	-	- -	- -	- -
7	& C111- 1846-1 варіант 1	Анкер рамний, M10x132 мм	шт	207	<u>3,14</u> -	- -	650	-	- -	- -	- -
8	<i>EH15-67-1</i> <i>к.2; вказівки</i> <i>щодо заст.</i> <i>РЕКНр</i> <i>п.4.4 (коєф.</i> <i>H2=1,15;</i> <i>H15=1,15)</i>	Герметизація примикання м/п виробів до прорізу стрічкою	100м шва	1,2576	<u>1607,31</u> <u>1602,30</u>	<u>4,62</u> <u>4,13</u>	2021	2015	<u>6</u> <u>5</u>	<u>25,9440</u> <u>0,0613</u>	<u>32,63</u> <u>0,08</u>
		Разом прями витрати по розділу 1					121277	11798	<u>623</u> <u>392</u>		<u>191,27</u> <u>5,64</u>
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі:					121277				
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					108856				
		всього заробітна плата, грн.					12190				
		Загальновиробничі витрати, грн.					6189				
							22.59				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Всього будівельні роботи, грн.					127466				

		Розділ 2. Влаштування внутрішніх укосів (шириною 330 мм)									
11	PH11-30-1	Штукатурення плоских поверхонь віконних та дверних укосів по бетону та каменю	100м2	0,318384	<u>33034,04</u> 25044,23	<u>243,09</u> 217,51	10518	7974	<u>77</u> 69	<u>360,6600</u> 3,2234	<u>114,83</u> 1,03
12	EH15-56-3 вказівки щодо заст. РЕКНр п.4.4 (коэф. H2=1,15; H15=1,15)	Безпіддане накриття поверхонь стін розчином із клейового гіпсу [типу "сатенгіпс"] товщиною шару 1 мм при нанесенні за 2 рази	100 м2	0,318384	<u>4588,20</u> 3571,12	<u>3,47</u> 3,10	1461	1137	<u>1</u> 1	<u>54,5376</u> 0,0460	<u>17,36</u> 0,01
	EH15-56-4 вказівки щодо заст. РЕКНр п.4.4 (коэф. H2=1,15; H15=1,15)	H2=1,15 H5=1,15 Безпіддане накриття поверхонь стін розчином із клейового гіпсу [типу "сатенгіпс"], на кожний шар товщиною 0,5 мм додавати або вилучати	100 м2	0,318384	<u>1295,30</u> 946,09	<u>2,31</u> 2,07	412	301	<u>1</u> 1	<u>14,4486</u> 0,0306	<u>4,6</u> 0,01
	PH12-49-5	H2=1,15 H5=1,15 Поліпшене фарбування									
		Разом прями витрати по розділу 2					14669	10446	<u>79</u> 71		<u>153,54</u> 1,05

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. Всього будівельні роботи, грн.					14669 4144 10517 4489 13,61 1381 19158				
17	RH20-41-2	Відділ 1. Інші роботи Навантаження сміття екскаваторами на автомобілі-самоскиди, місткість ковша екскаватора 0,4 м3. H15=1 Навантаження сміття вручну	100 т	0, 0225842	<u>1266,43</u> 113,54	<u>1152,89</u> 373,19	29	3	<u>26</u> 8	<u>2,1500</u> 5,4516	<u>0,05</u> 0,12
18	RH20-40-1	H15=1 Навантаження сміття вручну	1 т	0,251	<u>86,08</u> 86,08	<u>-</u> -	22	22	<u>-</u> -	<u>1,6300</u> -	<u>0,41</u> -
		Разом прямі витрати по відділу 1					251	25	<u>226</u> 37		<u>0,46</u> 0,52
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. Всього будівельні роботи, грн.					251 62 32 0,12 12 283				
		Разом прямі витрати по кошторису					136197	22269	<u>928</u> 500		<u>345,27</u> 7,21

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі:					136197				
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					113000				
		всього заробітна плата, грн.					22769				
		Загальновиробничі витрати, грн.					10710				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					36,32				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					3685				
		Всього будівельні роботи, грн.					146907				
		Кошторисна трудомісткість, люд.год.					388,8				
		Кошторисна заробітна плата, грн.					26454				

Склав _____

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив _____

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

ВИСНОВКИ

Для системного та комплексного визначення доцільних заходів з термомодернізації для житлових будівель було виконано дослідження та розрахунки щодо аналізу та оцінки як світового досвіду проведення термомодернізації (проектів на різних стадіях), так і обстеження існуючого технічного стану обраної будівлі.

Розроблено конструкторсько-технологічну документацію на заходи з енергоефективності типового житлового будинку та на її основі (а також із врахуванням кліматичних, економічних, екологічних показників, технічного обстеження, енергетичного аудиту) прораховано та виконано оцінку ефективності заходів з термомодернізації як для даної будівлі, так і для відповідних житлових будівель 114-87 серії забудови.

1. З'ясовано передумови масової типової житлової забудови та встановлено перелік типових серій за якими зводилось житло.
2. Систематизовано оцінки архітектурно-планувальних рішень та технічного стану основних конструктивних елементів кожної з типових серій забудови.
3. Встановлено, що найбільш перспективно та доцільно реалізовувати інженерно-технічні заходи з термомодернізації починаючи з типової серії 87 та більш пізніх серій типової житлової забудови.
4. На основі існуючого енергетичного балансу для існуючого варіанту житлової будівлі типової серії 87 (енергетичного сертифікату будівлі) (виконаного енергетичного аудиту будівлі) встановлено що в існуючому варіанті клас енергетичної ефективності «G», тобто найнижчий з можливих.
5. Вивчено та систематизовано закордонний досвід з термомодернізації. Найбільш системних результатів з раціонального використання теплової енергії досягнуто в Германії. Енергозберігаючими є будівлі зі споживанням 30-70 кВт*год./м². А для пасивних будинків цей показник складає 15 кВт*год./м²

6. За результатами системної та комплексної реалізації заходів з енергоефективності (включаючи автоматизацію та менеджмент) для обраного об'єкту дослідження збудованого за типовою серією 87 клас енергоефективності повиситься до «В». Що дозволить на 67% відсотків скоротити енергоспоживання на опалення, та відповідно і оплату комунальних послуг.
7. Кошти на реалізацію заходів з енергоефективності найбільш реально долучати з Державних програм та Державного Фонду з енергоефективності.
8. Досягнутий результат в роботі (розроблені інженерні підходи, конкретизовані інженерні рішення, визначені матеріали тощо) можливо розглядати як проект багаторазового використання, чи типовий проект.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Якість життя в регіонах України. URL:
https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%BA%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C_%D0%B6%D0%B8%D1%82%D1%82%D1%8F_%D0%B2_%D1%80%D0%B5%D0%B3%D1%96%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D1%85_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8
2. Закон України: Про регулювання містобудівної діяльності. URL:
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17#Text>
3. Закон України: Про енергетичну ефективність будівель від 21.10.2021 р. №1818-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20#Text>
4. Закон України: Про Фонд енергоефективності від 08.06.2017 р. № 2095-VIII. URL: <https://eefund.org.ua/about-us>
5. Енергоефективність: що це і як впливає на комфорт проживання. URL:
<https://nerukhomi.ua/ukr/news/energoefektivnist-scho-tse-take-i-yak-vplivae-na-komfort-prozhivannya.htm>
6. Енергоефективність будівель. URL: <http://dergbud.org.ua/enerhoefektyvnist-budivellua.html>
7. Фонд Енергоефективності. Розширений опис заходів з енергоефективності для часткового відшкодування їх вартості. URL:
<https://eefund.org.ua/sites/default/files/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B0%2016.04/%D0%A0%D0%BE%D0%B7%D1%88%D0%B8%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D0%BE%D0%BF%D0%B8%D1%81%20%D0%B7%D0%B0%D1%85%D0%BE%D0%B4%D1%96%D0%B2%20%D0%B7%20%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE%D0%B5%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96.pdf>
8. С. Мельник. Енергоефективність та енергозбереження. URL:
<https://www.solor.gov.ua/docs/all/energo2014.pdf>

9. Термомодернізація житла як спосіб заощадити на тарифах URL: <http://vcs.vn.ua/httpvcsvnuadminscsgmenuitems.html>
10. Закон України: Про внесення змін до деяких законів України щодо створення умов для запровадження комплексної термомодернізації будівель від 09.07.2022 № 2392-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2392-20#top>
11. Розпорядження КМУ: Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2050 року від 21. 04. 2023 № 373-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/373-2023-%D1%80#n6>
12. Фінансова угода (Проект «Енергоефективність громадських будівель в Україні») між Україною та Європейським інвестиційним банком від 06.10.2020. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/971_004-20#n4
13. Новітні енергетичні технології та їхній вплив на функціонування систем енергопостачання. NISS 2023. URL: <https://niss.gov.ua/publikatsiyi/analitichni-dopovidi/novitni-enerhetychni-tekhnohohiyi-ta-yikh-vplyv-na>
14. Інформаційно-бібліографічний бюлетень «Україна у відгуках зарубіжної преси». Випуск 11 (165) – Київ 2022. URL: https://nbuviar.gov.ua/images/informaciyni_vidanya/ukr_u_vidgukah/2022_Ukraine_11.pdf
15. Досвід країн Євросоюзу з підвищення енергоефективності, енергоаудиту та енергоменеджменту з енергоощадності в економіці країн / Відокремлений підрозділ «Науково-проектний центр розвитку об'єднаної енергетичної системи України» державного підприємства «Національна енергетична компанія «Укренерго». – Київ, 2017
16. Бізониц Д. В. Європейський досвід державного управління енергоефективністю та енергозбереженням у житлово-комунальному господарстві – Харків, 2021. DOI: [https://doi.org/10.26642/jen-2021-1\(95\)-53-61](https://doi.org/10.26642/jen-2021-1(95)-53-61).
17. Підвищення енергоефективності в Україні / GIZ. URL: <https://www.giz.de/en/worldwide/102378.html>

18. Наказ Мінрегіонбуду: Про затвердження Порядку проведення сертифікації енергетичної ефективності та форми енергетичного сертифіката від 11.07.2018 р. № 172. офіц. текст. 2018.
19. Україна Комунальна. URL: <http://osbb.jkg-portal.com.ua/ua/publication/one/-pdvishhennja-jenergojefektivnost-poshhastit-blshe-43667>
20. Постанова КМУ: Порядок проведення обстеження прийнятих в експлуатацію об'єктів будівництва від 12. 04. 2017 р. №257.
21. ДБН В.1.1-12:2014. Будівництво в сейсмічних районах України [Чинний від 2014-05-16]. Вид. офіц. Київ, 2014.
22. ДСТУ – Н Б В.1.1 – 27:2010. Національні стандарти України. Будівельна кліматологія. [Чинний від 2011–11–01]. Вид. офіц. Київ, 2011.
23. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. [Чинний від 2006–07–03]. Мінбуд. Київ, 2006.
24. ДСТУ EN 15232-1:2017 Енергоефективність будівель. Частина 1. Вплив автоматизованих систем моніторингу та управління будівлями.
25. Методика моніторингу енергоефективності будівель. / USAID «Муніципальна енергетична реформа в Україні» – Київ, 2015. Дод. 3.
26. Чернігівська область. URL: <https://геоmap.com.ua/uk-gr/514.html>
27. Апатенко Т. М. Енергомодернізація житлових будинків як віклик сучасності // Науковий журнал «ScienceRise» № 12 (53), 2018. DOI: 10.15587/2313-8416.2018.153368.
28. Воронін А. В. Досвід країн Євросоюзу в галузі технічного нормування теплового захисту будівель і споруд // Технології будівництва. 2007. № 4. С. 75.
29. Серії житлових будинків. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%80%D1%96%D1%97_%D0%B6%D0%B8%D1%82%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%85_%D0%B1%D1%83%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%BA%D1%96%D0%B2
30. Хрущовка. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D1%80%D1%83%D1%89%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D0%B0>

31. 114-87 (серія будинків). URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/114-87_\(%D1%81%D0%B5%D1%80%D1%96%D1%8F_%D0%B1%D1%83%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%BA%D1%96%D0%B2\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/114-87_(%D1%81%D0%B5%D1%80%D1%96%D1%8F_%D0%B1%D1%83%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%BA%D1%96%D0%B2))
32. КВАРТИРА-БРЕЖНЕВКА URL: <https://rise.lviv.ua/content/article-item/kvartira-brezhnevka-11.html>
33. ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014. [Чинний від 2014-05-30]. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=58073
34. ДСТУ-Н Б А 3.2-1: 2007. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використання в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. [Чинний від 2007-12-01]. URL: <https://profidom.com.ua/a-3/a-3-2/824-dstu-n-b-a-3-2-12007-nastanova-shhodo-viznachenna-nebezpechnih-i-shkidlivih-faktoriv->
35. ДБН А.3.2-2-2009. ССБП. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний від 2009-01-27]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2009. 116 с.
36. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. [Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.
37. НПАОП 40.1-1.32-01. (ДНАОП 0.00-1.32-01). Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. [Чинний від 2002-01-01]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>
38. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Постанова МОЗ № 42 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>
39. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.

40. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019-03-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2018. 133 с.
41. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Постанова МОЗ № 37 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>
42. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. Постанова МОЗ № 39 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>
43. Сакевич В. Ф. Основи розробки питань цивільної оборони в дипломних проектах: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ. 2006. 109 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

**ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ**

Назва роботи: Оцінка ефективності заходів з термомодернізації житлових будівель масових серій забудови

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)


Підрозділ кафедра БМГА, ФБЦЕІ
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 86,4 % Схожість 13,6 %

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

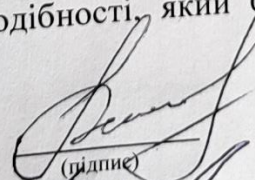
1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії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

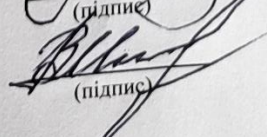
Особа, відповідальна за перевірку  Блащук Н.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

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

Автор роботи

Керівник роботи

 Іванішин А.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

 Андрухов В.М.
(підпис) (прізвище, ініціали)

ДОДАТОК Б

Експлікація приміщень підвалу

Номер приміщення	Найменування приміщення	Температура, °С	Площа, м ²	Категорія приміщення
1	Коридор	-	1,3	
2	Підвал	-	12,0	
3	Коридор	-	10,5	
4	Підвал	-	2,6	
5	Підвал	-	2,6	
6	Підвал	-	2,6	
7	Підвал	-	1,1	
8	Підвал	-	1,1	
9	Підвал	-	1,1	
10	Коридор	-	6,2	
11	Підвал	-	1,1	
12	Підвал	-	1,1	
13	Підвал	-	1,1	
14	Коридор	-	6,2	
15	Підвал	-	2,6	
16	Підвал	-	2,6	
17	Підвал	-	2,6	
18	Коридор	-	10,5	
19	Коридор	-	7,0	
20	Підвал	-	2,4	
21	Підвал	-	2,4	
22	Підвал	-	2,4	
23	Підвал	-	2,4	
24	Підвал	-	17,7	
25	Коридор	-	15,7	
26	Підвал	-	2,4	
27	Підвал	-	2,4	
28	Підвал	-	7,7	

Номер приміщення	Найменування приміщення	Температура, °С	Площа, м ²	Категорія приміщення
29	Підвал	-	3,3	
30	Підвал	-	3,3	
31	Підвал	-	3,3	
32	Коридор	-	5,1	
33	Коридор	-	7,0	
34	Підвал	-	2,4	
35	Підвал	-	2,4	
36	Підвал	-	2,4	
37	Підвал	-	2,4	
38	Підвал	-	17,7	
39	Підвал	-	1,1	
40	Підвал	-	1,1	
41	Підвал	-	1,1	
42	Коридор	-	11,0	
43	Підвал	-	1,1	
44	Підвал	-	1,1	
45	Підвал	-	1,1	
46	Коридор	-	6,2	
47	Підвал	-	2,8	
48	Підвал	-	2,6	
49	Підвал	-	2,6	
50	Коридор	-	10,5	
51	Підвал	-	6,7	
52	Коридор	-	4,6	
53	Коридор	-	4,6	
54	Підвал	-	3,1	
55	Підвал	-	3,1	
56	Підвал	-	3,1	

Номер приміщення	Найменування приміщення	Температура, °С	Площа, м ²	Категорія приміщення
57	Підвал	-	3,2	
58	Коридор	-	11,1	
59	Коридор	-	7,9	
60	Підвал	-	3,5	
61	Підвал		3,5	
62	Підвал	-	3,5	
63	Коридор	-	8,6	
64	Коридор	-	11,7	
65	Підвал	-	3,2	
66	Підвал	-	3,2	
67	Підвал	-	3,2	
68	Коридор	-	10,4	
69	Коридор	-	10,2	
70	Підвал	-	3,2	
71	Підвал	-	3,2	
72	Підвал	-	32,0	
73	Коридор	-	11,1	
74	Коридор	-	11,1	
75	Підвал	-	3,2	
76	Підвал	-	3,2	
77	Підвал	-	3,2	
78	Коридор	-	14,3	
79	Коридор	-	7,8	
80	Підвал	-	3,2	
81	Підвал	-	2,8	
82	Підвал	-	2,8	
83	Коридор	-	12,7	
84	Коридор	-	10,7	

Номер приміщення	Найменування приміщення	Температура, °С	Площа, м ²	Категорія приміщення
85	Підвал	-	2,8	
86	Підвал	-	2,8	
87	Підвал	-	3,2	
88	Коридор	-	10,9	
89	Коридор	-	10,8	
90	Підвал	-	3,2	
91	Підвал	-	3,2	
92	Підвал	-	3,2	
93	Коридор	-	14,2	
94	Коридор	-	7,8	
95	Підвал	-	3,2	
96	Підвал	-	3,2	
97	Підвал	-	3,2	
98	Коридор	-	14,2	
99	Коридор	-	7,8	
100	Підвал	-	3,2	
101	Підвал	-	2,8	
102	Підвал	-	2,8	
103	Коридор	-	10,8	
104	Коридор	-	10,8	
105	Підвал	-	3,2	
106	Підвал	-	2,8	
107	Підвал	-	2,8	
108	Тепловий пункт	-	10,8	
109	Коридор	-	10,8	
110	Підвал	-	3,1	
111	Підвал	-	3,1	
112	Підвал	-	3,1	
113	Приміщення входу інженерних мереж	-	4,0	
114	Коридор	-	7,2	
115	Коридор	-	10,0	

Експлікація приміщень першого поверху

Номер приміщення	Найменування приміщення	Температура, °С	Площа, м ²	Категорія приміщення
	<u>Квартира №1</u>			
1	Коридор	19,5±4	6,8	
2	Житлова кімната	22±2	16,7	
3	Ванна	25±1,5	2,8	
4	Санвузол	22±2	1,3	
5	Кухня	19,5±3	7,0	
6	Житлова кімната	22±2	11,1	
7	Кладова	-	1,4	
8	Балкон	-	0,9	
		Загалом	48,0	
	<u>Квартира №2</u>			
1	Передпокій	19,5±4	4,4	
2	Санвузол	22±2	1,2	
3	Ванна	25±1,5	2,7	
4	Житлова кімната	22±2	10,1	
5	Кладова	-	1,0	
6	Коридор	19,5±4	4,1	
7	Житлова кімната	22±2	11,9	
8	Житлова кімната	22±2	16,6	
9	Кухня	19,5±3	8,6	
10	Лоджія	-	2,3	
11	Лоджія	-	1,6	
		Загалом	64,5	
	<u>Квартира №11</u>			
1	Передпокій	19,5±4	4,4	
2	Кухня	19,5±3	8,8	
3	Житлова кімната	22±2	16,3	
4	Житлова кімната	22±2	12,0	

Номер приміщення	Найменування приміщення	Температура, °С	Площа, м ²	Категорія приміщення
5	Житлова кімната	22±2	9,2	
6	Ванна	25±1,5	2,8	
7	Санвузол	22±2	1,3	
8	Коридор	19,5±4	3,3	
9	Кладова	-	0,7	
10	Лоджія	-	1,6	
11	Лоджія	-	2,3	
		Загалом	62,7	
	<u>Квартира №12</u>			
1	Коридор	19,5±4	6,8	
2	Кладова	-	1,5	
3	Житлова кімната	22±2	11,6	
4	Кухня	19,5±3	6,5	
5	Санвузол	22±2	1,3	
6	Ванна	25±1,5	2,8	
7	Житлова кімната	22±2	17,2	
8	Балкон	-	0,9	
		Загалом	48,6	
	<u>Квартира №21</u>			
1	Коридор	19,5±4	8,6	
2	Житлова кімната	22±2	17,6	
3	Ванна	25±1,5	2,8	
4	Санвузол	22±2	1,3	
5	Кухня	19,5±3	6,7	
6	Житлова кімната	22±2	11,9	
7	Балкон	-	0,9	
		Загалом	49,8	

Номер приміщення	Найменування приміщення	Температура, °С	Площа, м ²	Категорія приміщення
	<u>Квартира №22</u>			
1	Передпокій	19,5±4	4,5	
2	Коридор	19,5±4	3,6	
3	Санвузол	22±2	1,3	
4	Ванна	25±1,5	2,7	
5	Житлова кімната	22±2	9,6	
6	Кладова	-	1,0	
7	Житлова кімната	22±2	11,9	
8	Житлова кімната	22±2	16,3	
9	Кухня	19,5±3	8,2	
10	Лоджія	-	1,6	
11	Лоджія	-	2,3	
		Загалом	63,0	
	<u>Квартира №31</u>			
1	Передпокій	19,5±4	4,6	
2	Кухня	19,5±3	8,2	
3	Житлова кімната	22±2	16,3	
4	Житлова кімната	22±2	11,9	
5	Житлова кімната	22±2	9,8	
6	Ванна	25±1,5	2,7	
7	Санвузол	22±2	1,3	
8	Коридор	19,5±4	3,5	
9	Кладова	-	1,0	
10	Лоджія	-	2,3	
11	Лоджія	-	1,6	
		Загалом	63,2	
	<u>Квартира №32</u>			
1	Коридор	19,5±4	6,8	

Номер приміщення	Найменування приміщення	Температура, °С	Площа, м ²	Категорія приміщення
2	Кладова	-	1,4	
3	Житлова кімната	22±2	11,7	
4	Кухня	19,5±3	6,7	
5	Санвузол	22±2	1,3	
6	Ванна	25±1,5	2,7	
7	Житлова кімната	22±2	17,7	
8	Балкон	-	0,9	
		Загалом	49,2	
	<u>Квартира №41</u>			
1	Коридор	19,5±4	6,7	
2	Житлова кімната	22±2	17,4	
3	Ванна	25±1,5	2,8	
4	Санвузол	22±2	1,3	
5	Кухня	19,5±3	6,5	
6	Житлова кімната	22±2	11,9	
7	Кладова	-	1,4	
8	Балкон	-	0,9	
		Загалом	48,9	
	<u>Квартира №42</u>			
1	Передпокій	19,5±4	4,6	
2	Коридор	19,5±4	3,5	
3	Санвузол	22±2	1,3	
4	Ванна	25±1,5	2,8	
5	Кладова	-	1,0	
6	Житлова кімната	22±2	9,5	
7	Житлова кімната	22±2	11,6	
8	Житлова кімната	22±2	16,5	

Номер приміщення	Найменування приміщення	Температура, °C	Площа, м ²	Категорія приміщення
9	Кухня	19,5±3	8,3	
10	Лоджія	-	2,3	
11	Лоджія	-	1,6	
		Загалом	63,0	
	<u>Квартира №51</u>			
1	Передпокій	19,5±4	4,7	
2	Кухня	19,5±3	8,3	
3	Житлова кімната	22±2	16,8	
4	Житлова кімната	22±2	12,0	
5	Житлова кімната	22±2	9,4	
6	Кладова	-	0,8	
7	Ванна	25±1,5	2,7	
8	Санвузол	22±2	1,3	
9	Коридор	19,5±4	3,3	
10	Лоджія	-	2,3	
11	Лоджія	-	1,6	
		Загалом	63,2	
	<u>Квартира №52</u>			
1	Коридор	19,5±4	6,9	
2	Кладова	-	1,2	
3	Житлова кімната	22±2	11,5	
4	Кухня	19,5±3	6,5	
5	Санвузол	22±2	1,3	
6	Ванна	25±1,5	2,7	
7	Житлова кімната	22±2	16,8	
8	Балкон	-	0,9	
		Загалом	47,8	

Номер приміщення	Найменування приміщення	Температура, °C	Площа, м ²	Категорія приміщення
I	Тамбур	-	1,3	
II	Підсобне приміщення	-	2,9	
III	Сходова клітина	16	12,2	
IV	Тамбур	-	1,2	
V	Підсобне приміщення	-	3,1	
VI	Сходова клітина	16	12,4	
VII	Тамбур	-	1,1	
VIII	Підсобне приміщення	-	3,1	
IX	Сходова клітина	16	12,4	
X	Тамбур	-	1,2	
XI	Підсобне приміщення	-	3,1	
XII	Сходова клітина	16	12,3	
XIII	Тамбур	-	1,1	
XIV	Підсобне приміщення	-	3,1	
XV	Сходова клітина	16	12,4	
XVI	Тамбур	-	1,2	
XVII	Підсобне приміщення	-	3,1	
XVIII	Сходова клітина	16	12,4	

Експлікація приміщень типового поверху

Номер приміщення	Найменування приміщення	Температура, °С	Площа, м ²	Категорія приміщення
	<u>Квартира №3(2)/5(3)/7(4)/9(5)</u>			
1	Коридор	19,5±4	6,8	
2	Житлова кімната	22±2	17,2	
3	Ванна	25±1,5	2,8	
4	Санвузол	22±2	1,3	
5	Кухня	19,5±3	7,0	
6	Житлова кімната	22±2	11,1	
7	Кладова	-	1,4	
8	Балкон	-	0,9	
		Загалом	48,5	
	<u>Квартира №4(2)/6(3)/8(4)/10(5)</u>			
1	Передпокій	19,5±4	4,4	
2	Санвузол	22±2	1,3	
3	Ванна	25±1,5	2,8	
4	Житлова кімната	22±2	10,2	
5	Житлова кімната	22±2	12,0	
6	Кладова	-	0,9	
7	Коридор	19,5±4	3,8	
8	Житлова кімната	22±2	17,0	
9	Кухня	19,5±3	8,7	
10	Лоджія	-	2,3	
11	Лоджія	-	1,6	
		Загалом	65,0	
	<u>Квартира №13(2)/15(3)/17(4)/19(5)</u>			
1	Передпокій	19,5±4	4,4	
2	Кухня	19,5±3	9,0	
3	Житлова кімната	22±2	16,4	
4	Житлова кімната	22±2	12,2	

Номер приміщення	Найменування приміщення	Температура, °С	Площа, м ²	Категорія приміщення
5	Житлова кімната	22±2	9,0	
6	Ванна	25±1,5	2,8	
7	Санвузол	22±2	1,3	
8	Коридор	19,5±4	3,1	
9	Кладова	-	0,7	
10	Лоджія	-	2,3	
11	Лоджія	-	1,6	
		Загалом	62,8	
	<u>Квартира №14(2)/16(3)/18(4)/20(5)</u>			
1	Коридор	19,5±4	6,7	
2	Кладова	-	1,5	
3	Житлова кімната	22±2	11,6	
4	Кухня	19,5±3	6,5	
5	Санвузол	22±2	1,3	
6	Ванна	25±1,5	2,8	
7	Житлова кімната	22±2	17,2	
8	Балкон	-	0,9	
		Загалом	48,5	
	<u>Квартира №23(2)/25(3)/27(4)/29(5)</u>			
1	Коридор	19,5±4	6,8	
2	Житлова кімната	22±2	17,6	
3	Ванна	25±1,5	2,7	
4	Санвузол	22±2	1,3	
5	Кухня	19,5±3	6,7	
6	Житлова кімната	22±2	12,0	
7	Кладова	-	1,4	
8	Балкон	-	0,9	
		Загалом	49,4	

Номер приміщення	Найменування приміщення	Температура, °С	Площа, м ²	Категорія приміщення
	<u>Квартира №24(2)/26(3)/28(4)/30(5)</u>			
1	Передпокій	19,5±4	4,5	
2	Коридор	19,5±4	3,6	
3	Санвузол	22±2	1,3	
4	Ванна	25±1,5	2,7	
5	Житлова кімната	22±2	9,6	
6	Кладова	-	1,0	
7	Житлова кімната	22±2	11,9	
8	Житлова кімната	22±2	16,3	
9	Кухня	19,5±3	8,2	
10	Лоджія	-	2,3	
11	Лоджія	-	1,6	
	Загалом		63,0	
	<u>Квартира №33(2)/35(3)/37(4)/39(5)</u>			
1	Передпокій	19,5±4	4,5	
2	Кухня	19,5±3	8,0	
3	Житлова кімната	22±2	16,6	
4	Житлова кімната	22±2	12,1	
5	Житлова кімната	22±2	9,4	
6	Ванна	25±1,5	2,8	
7	Санвузол	22±2	1,3	
8	Коридор	19,5±4	3,3	
9	Кладова	-	0,8	
10	Лоджія	-	2,3	
11	Лоджія	-	1,6	
	Загалом		62,7	
	<u>Квартира №34(2)/36(3)/38(4)/40(5)</u>			
1	Коридор	19,5±4	6,7	

Номер приміщення	Найменування приміщення	Температура, °С	Площа, м ²	Категорія приміщення
2	Кладова	-	1,4	
3	Житлова кімната	22±2	11,5	
4	Кухня	19,5±3	6,6	
5	Санвузол	22±2	1,3	
6	Ванна	25±1,5	2,8	
7	Житлова кімната	22±2	17,8	
8	Балкон	-	0,9	
	Загалом		49,0	
	<u>Квартира №43(2)/45(3)/47(4)/49(5)</u>			
1	Коридор	19,5±4	7,2	
2	Житлова кімната	22±2	17,1	
3	Ванна	25±1,5	2,6	
4	Санвузол	22±2	1,3	
5	Кухня	19,5±3	6,7	
6	Житлова кімната	22±2	11,6	
7	Кладова	-	1,4	
8	Балкон	-	0,9	
	Загалом		48,8	
	<u>Квартира №44(2)/46(3)/48(4)/50(5)</u>			
1	Передпокій	19,5±4	4,7	
2	Коридор	19,5±4	3,7	
3	Санвузол	22±2	1,3	
4	Ванна	25±1,5	2,7	
5	Житлова кімната	22±2	9,6	
6	Кладова	-	0,9	
7	Житлова кімната	22±2	11,9	
8	Житлова кімната	22±2	16,2	

Номер приміщення	Найменування приміщення	Температура, °С	Площа, м ²	Категорія приміщення
9	Кухня	19,5±3	8,3	
10	Лоджія	-	2,3	
11	Лоджія	-	1,6	
		Загалом	63,2	
	<u>Квартира №53(2)/55(3)/57(4)/59(5)</u>			
1	Передпокій	19,5±4	4,6	
2	Кухня	19,5±3	8,3	
3	Житлова кімната	22±2	16,9	
4	Житлова кімната	22±2	11,8	
5	Житлова кімната	22±2	9,3	
6	Ванна	25±1,5	2,8	
7	Санвузол	22±2	1,3	
8	Коридор	19,5±4	3,3	
9	Кладова	-	1,0	
10	Лоджія	-	2,3	
11	Лоджія	-	1,6	
		Загалом	63,2	
	<u>Квартира №54(2)/56(3)/58(4)/60(5)</u>			
1	Коридор	19,5±4	6,6	
2	Кладова	-	1,3	
3	Житлова кімната	22±2	11,5	
4	Кухня	19,5±3	6,8	
5	Санвузол	22±2	1,3	
6	Ванна	25±1,5	2,8	
7	Житлова кімната	22±2	17,3	
8	Балкон	-	0,9	
		Загалом	48,5	

Номер приміщення	Найменування приміщення	Температура, °С	Площа, м ²	Категорія приміщення
I	Сходова клітина	16	14,1	
II	Сходова клітина	16	13,7	
III	Сходова клітина	16	13,8	
IV	Сходова клітина	16	13,7	
V	Сходова клітина	16	13,8	
VI	Сходова клітина	16	13,9	

Примітки. Біля номеру квартири в дужках наведено поверх її розташування.



ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії
Кафедра будівництва, міського господарства та архітектури

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ

З ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ

ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ МАСОВИХ СЕРІЙ ЗАБУДОВИ

Магістрант:

Іванішин А. В.

Науковий керівник:

Андрухов В. М., к.т.н., доцент кафедри БМГА

Мета досліджень

є вивчення та порівняльний аналіз обсягів та структури споживання енергетичних ресурсів будівель масових серій забудови, оцінки величин втрат енергетичних ресурсів саме цими будівлями та розробка інженерних рішень, заходів щодо зменшення цих втрат.

Об'єкт досліджень

є 5-ти поверховий цегляний житловий будинок, збудований у відповідності до серії типового будівництва 114-87 (серія 87).

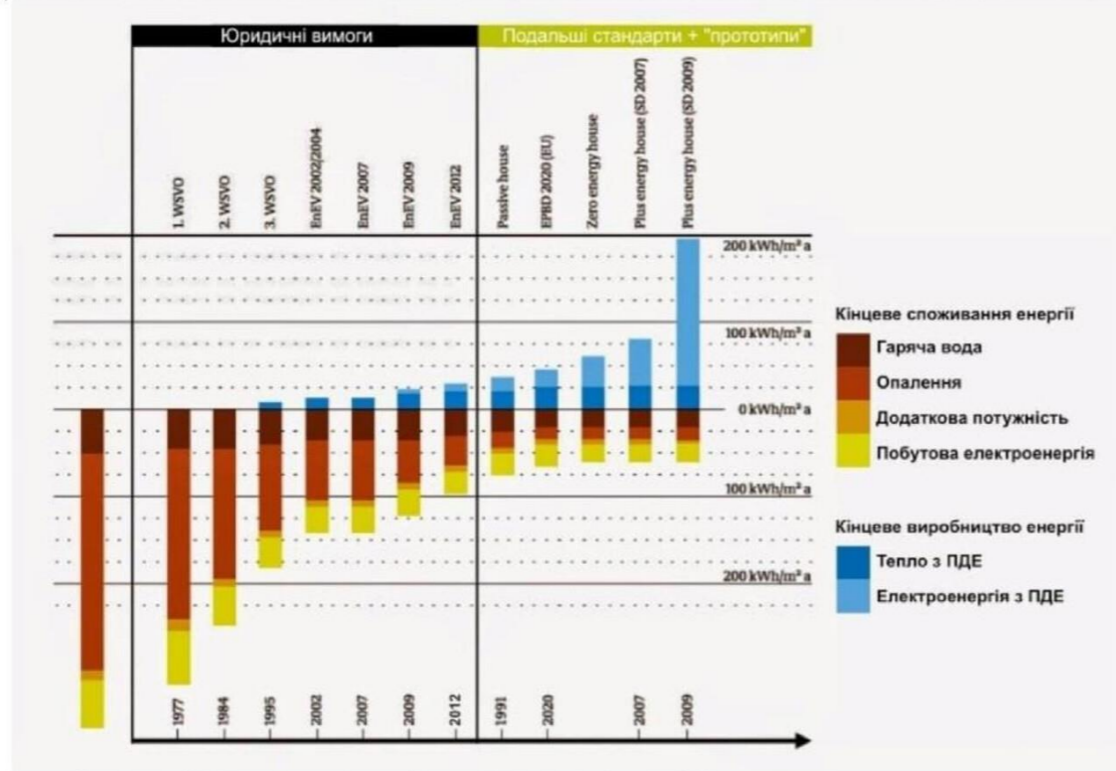
Предмет досліджень

параметри фізичних та механічних характеристик матеріалів конструкцій багатоповерхового цегляного житлового будинку, визначені за результатами технічного обстеження та енергетичного аудиту будівель.

Задачі досліджень

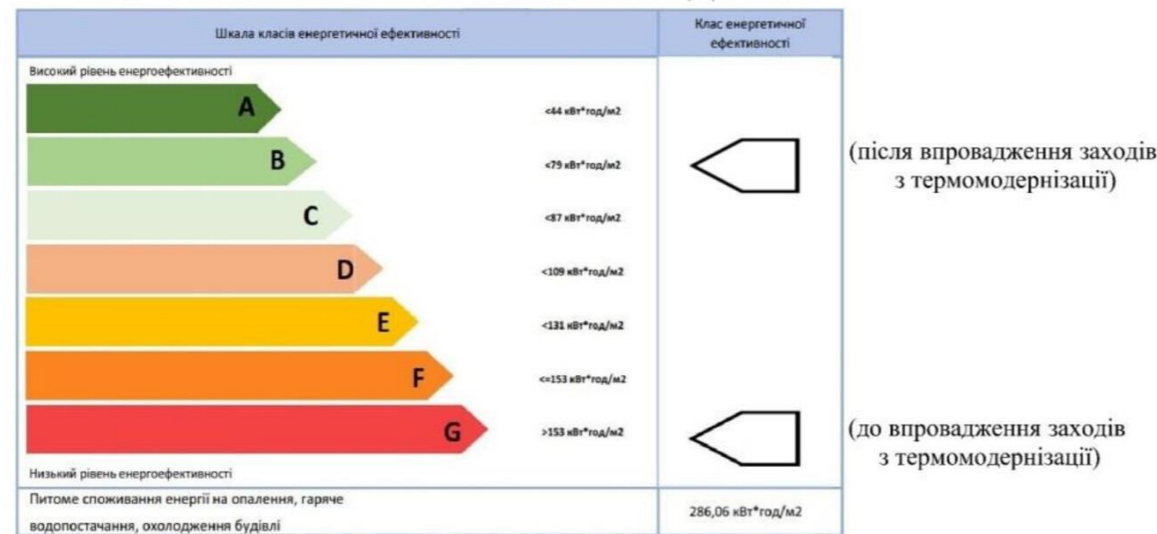
- аналіз вимог нормативних документів та літературних джерел щодо особливостей забезпечення економічної ефективності використання енергетичних ресурсів будівлями масових серій забудови;
- встановлення структури енергетичних втрат, їх величин та пошук шляхів їх мінімізації;
- вивчення та аналіз наявного парку житлових будівель масових серій забудови в державі, оцінка їх планувально-конструктивних рішень, технічного стану та енергоефективності;
- на основі результатів аналізу наявного парку житлової забудови визначитись з пріоритетними серіями для подальшого перспективного інженерно-технічного осучаснення;
- формування пакету заходів, технічна та економічна їх оцінка у відповідності до:
 - державних будівельних норм України;
 - норм Європейського союзу;
- підготовка висновків за результатами проведених досліджень.

ДІАГРАМА ЗМІН У СФЕРІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ НІМЕЧЧИНИ



Джерело: Інститут системних інноваційних досліджень Німеччини

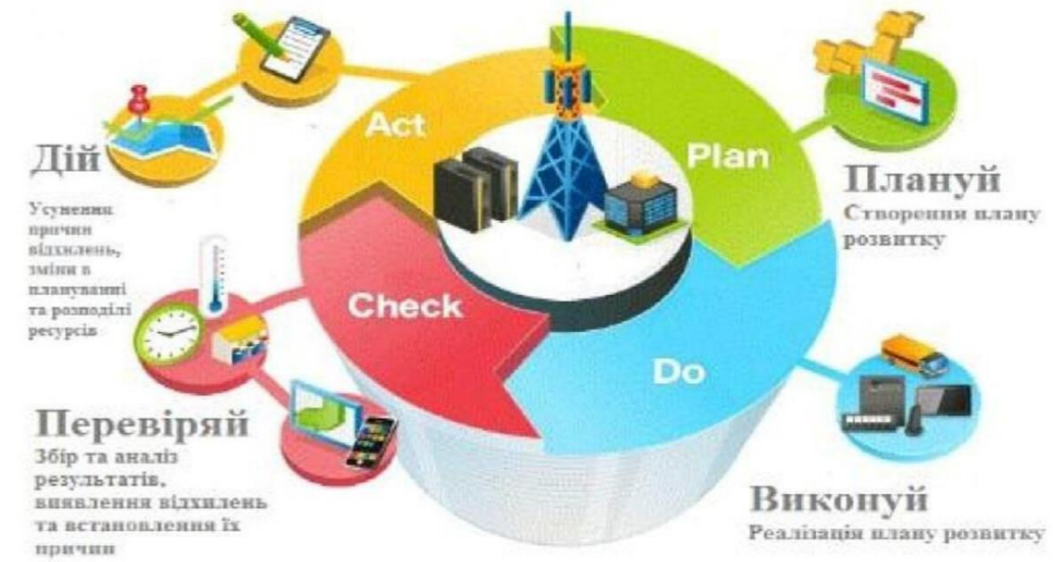
КЛАС ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЛІ



загальна площа, м2:	4470,000
загальний об'єм, м3:	15955,000
опалювана площа, м2:	4200,000
опалюваний об'єм, м3:	12400,000
кількість поверхів:	5
рік прийняття в експлуатацію:	1998
кількість під'їздів або входів:	6



ЦИКЛ БЕЗПЕРЕРВНОГО ПОЛІПШЕННЯ ПРОЦЕСІВ PDCA (цикл Демінга-Шухарта)



ПЕРЕЛІК ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ЗАХОДІВ ДЛЯ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

Цокольна частина: демонтаж опорядження цоколю; демонтаж існуючого вимощення навколо будівлі; улаштування утеплення фундаментів; улаштування утеплення надземної частини цоколю; улаштування вимощення.

Вікна та двері: демонтаж віконних та дверних блоків, балконних рам; встановлення нових віконних та дверних блоків; заміна зовнішніх та внутрішніх дверей; монтаж вікон балконів; улаштування та опорядження зовнішніх, внутрішніх укосів.

Стіни зовнішні: підготовка зовнішніх стін; улаштування системи фасадної теплоізоляції класу А; опорядження стін штукатуркою, фарбування.

Місця загального користування: заміна дверей виходу на горище та техповерх; заміна віконних блоків цоколю; теплоізоляція перекриття підвалу.

Дах: демонтаж руберойдного покриття, цементної стяжки та керамзитового утеплювача; очищення/вирівнювання плит перекриття; улаштування утеплення перекриття; улаштування ухилоутворюючого шару; улаштування багат шарового руберойдного покриття.

Інженерне забезпечення: встановлення газової труби в безпечному місці; встановлення вузла комерційного обліку теплової енергії; встановлення/модернізація індивідуального теплову пункту (ІТП); гідравлічне балансування системи опалення шляхом встановлення автоматичних (балансируючих) клапанів; заміна і теплоізоляція трубопроводів системи внутрішнього теплопостачання в неопалювальних приміщеннях; заміна і теплоізоляція трубопроводів системи гарячого водопостачання в неопалювальних приміщеннях; модернізація системи гарячого водопостачання; заміна і теплоізоляція трубопроводів системи опалення/приладів водяної системи опалення у приміщеннях загального користування будівлі; заміна і теплоізоляція трубопроводів системи опалення/приладів водяної системи опалення у квартирах; встановлення вузла розподільного обліку теплової енергії на потреби опалення та/або приладів – розподільовачів теплової енергії у квартирах; встановлення автоматичних регуляторів температури повітря у приміщеннях опалювальних приладах водяної системи опалення у квартирах і приміщеннях загального користування; модернізація та облаштування системи електропостачання та освітлення у місці загального користування; комплекс робіт із модернізації та облаштування системи вентиляції встановленням рекуператорів.

УТЕПЛЕННЯ СУМІЩЕНОГО ПОКРИТТЯ ТА ЙОГО ПРИМИКАННЯ ДО ЦЕГЛЯНОЇ СТІНИ

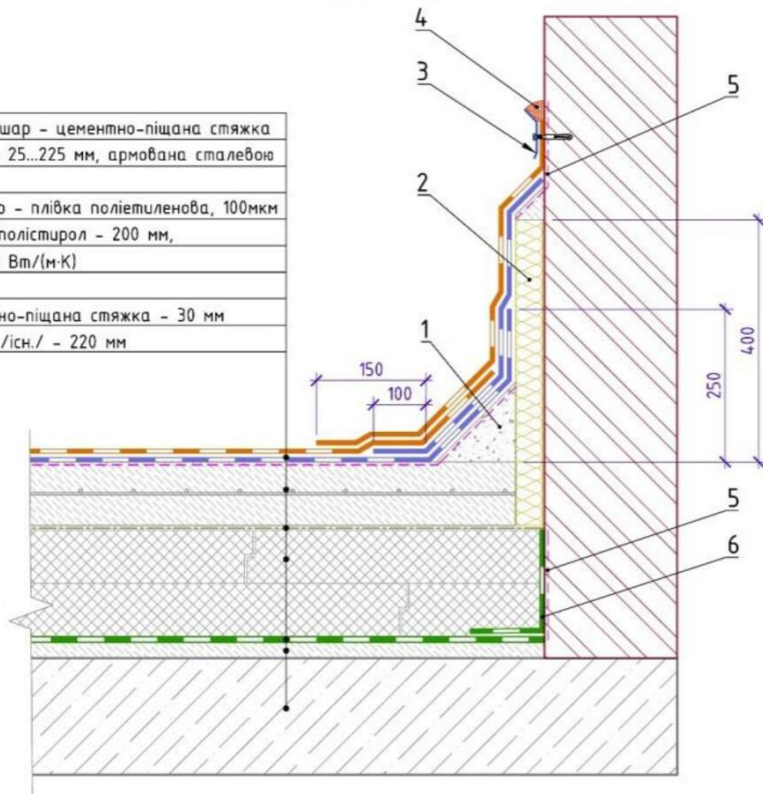
Гідроізоляція

Похилювальний шар - цементно-піщана стяжка з легкого бетону - 25...225 мм, армована сталеву сіткою - $i=0,025$

Відокремлюючий шар - плівка поліетиленова, 100мкм
Екструдований пінополістирол - 200 мм,
 $\rho=30 \text{ кг/м}^3$, $\lambda=0,038 \text{ Вт/(м·К)}$

Пароізоляція

Вирівнювач цементно-піщана стяжка - 30 мм
Плита перекриття /існ./ - 220 мм



1. Галтель 100x100мм - цементно-піщаний розчин.
2. Мінераловатний утеплювач, $\delta=50\text{мм}$, $\rho=135 \text{ кг/м}^3$, $\lambda=0,045 \text{ Вт/(м·К)}$.
3. Крайова рейка.
4. Поліуретановий герметик.
5. Бітумне озгнутування.
6. Пароізоляція.

ХІМІЧНІ ВКАЗІВКИ.

Їсю площу покривлі поперек розділити на зони площею не більше 50м² протипожежними розривами.

То лінійх розривів укласти мінераловатний утеплювач відповідної до основного шару товщини, і шириною ічі більшою за товщину.

Встановити вентиляційні аератори.

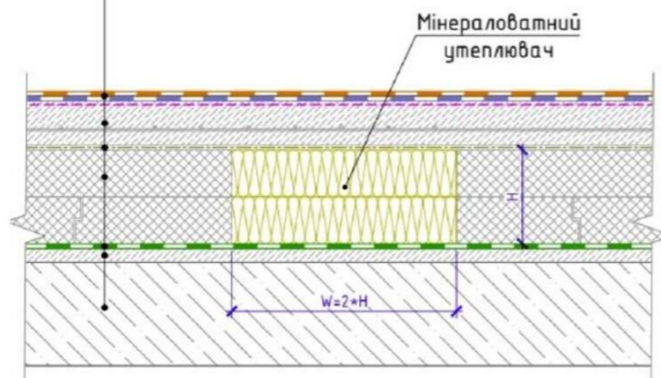
Гідроізоляція

Похилювальний шар - цементно-піщана стяжка з легкого бетону - 25...225 мм, армована сталеву сіткою - $i=0,025$

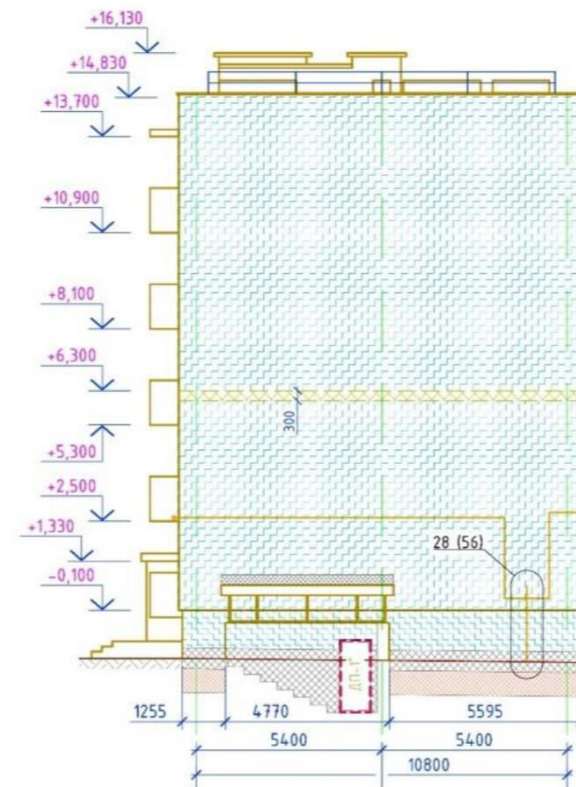
Відокремлюючий шар - плівка поліетиленова, 100мкм
Екструдований пінополістирол - 200 мм,
 $\rho=30 \text{ кг/м}^3$, $\lambda=0,038 \text{ Вт/(м·К)}$

Пароізоляція

Вирівнювач цементно-піщана стяжка - 30 мм
Плита перекриття /існ./ - 220 мм



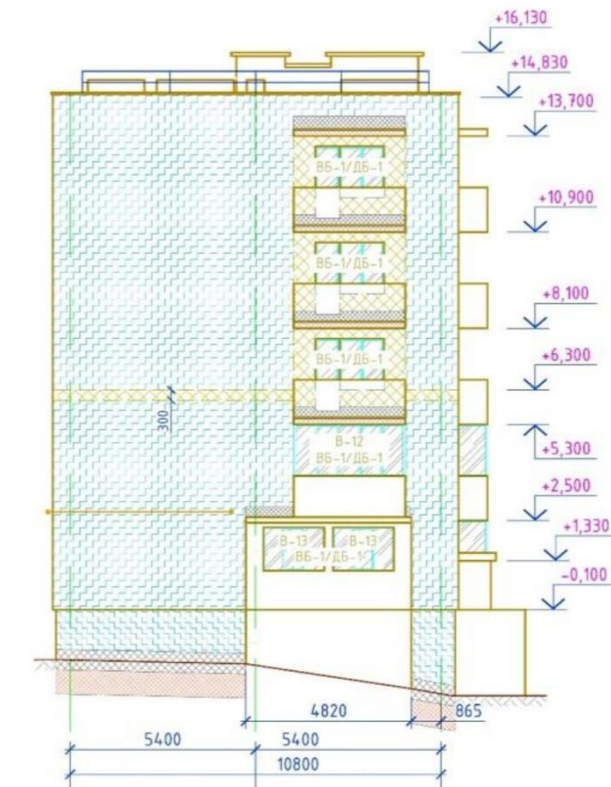
УТЕПЛЕННЯ ФАСАДУ А - Д (1:100)



Умовні позначення:

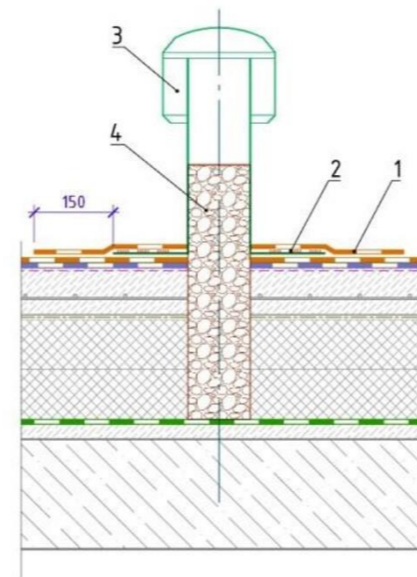
- утеплення плитами екструдованого пінополістиролу товщиною 150 мм;
- утеплення плитами пінополістиролу товщиною 100 мм;
- утеплення мінераловатними плитами товщиною 150 мм;
- утеплення мінераловатними плитами товщиною 50 мм;

УТЕПЛЕННЯ ФАСАДУ Д - А (1:100)



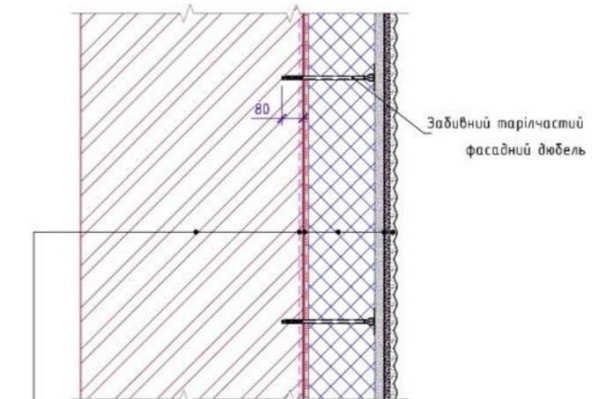
- утеплення плитами екструдованого пінополістиролу товщиною 150 мм;
- утеплення плитами екструдованого пінополістиролу товщиною 100 мм;
- утеплення плитами екструдованого пінополістиролу товщиною 50 мм.

МОНТАЖ ВЕНТИЛЯЦІЙНОГО АЕРАТОРА НА УТЕПЛЕНЕ СУМІЩЕНО ПОКРИТТЯ



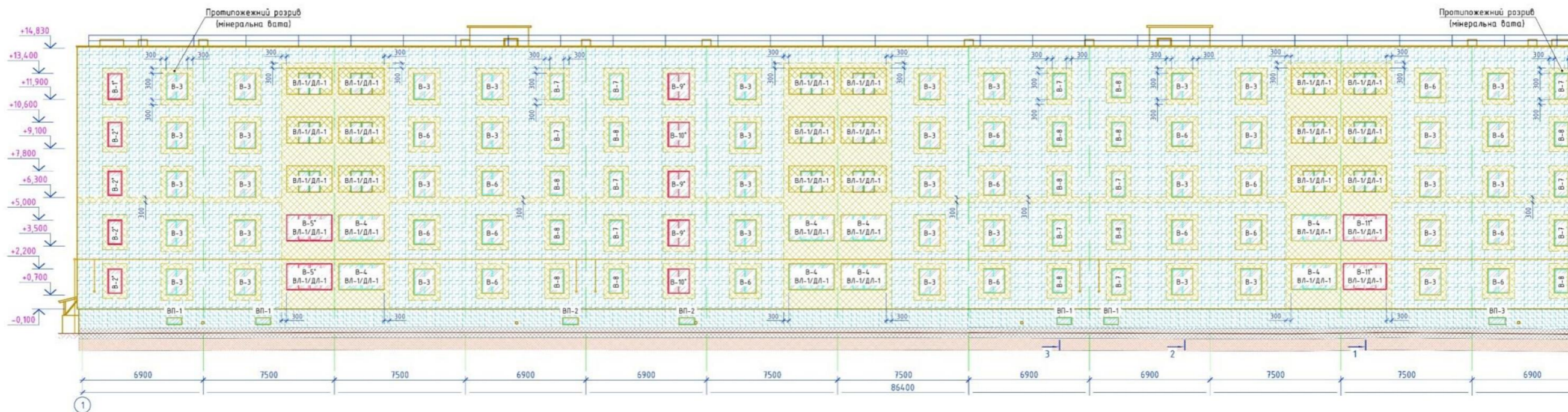
1. Гідроізоляція бітумно-полімерна з посипкою.
2. Мазтика бітумно-полімерна.
3. Вентиляційний аератор.
4. Керамзитовий ґравій (на 2/3 висоту аератора).

ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЯ СТІНИ ПЛИТАМИ ПІНОПОЛІСТИРОЛУ

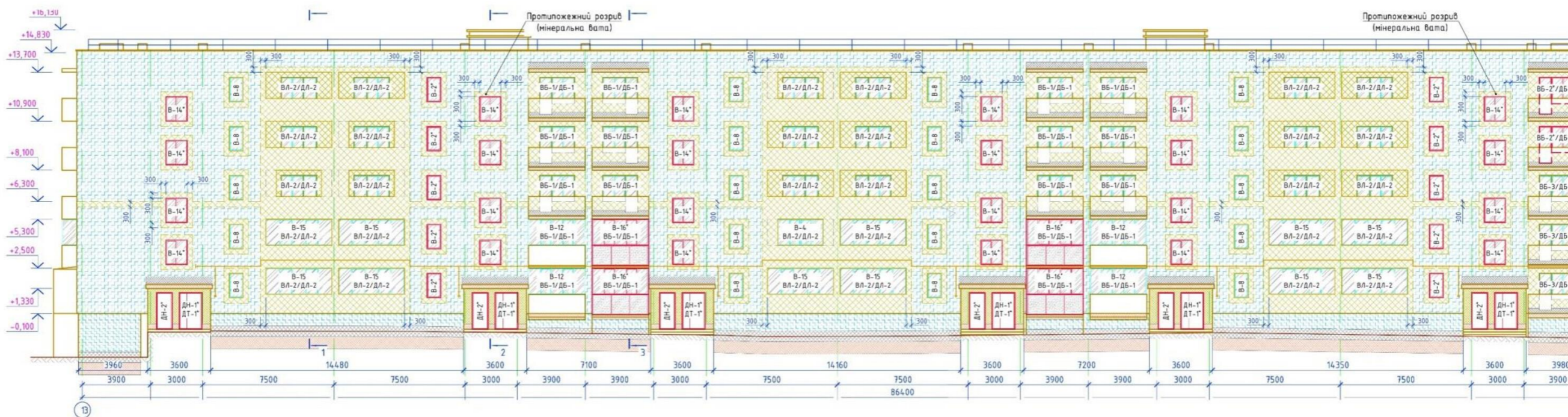


- Зовнішня стіна /існ./
- Вирівнювальний шар
- Ґрунтувчий шар
- Клейовий шар
- Пінополістирол - 150 мм,
 $\rho=16 \text{ кг/м}^3$, $\lambda=0,04 \text{ Вт/(м·К)}$
- Захисний шар, армований склосіткою
- Опоряджувальне покриття

УТЕПЛЕННЯ ФАСАДУ 1 - 13



УТЕПЛЕННЯ ФАСАДУ 13 - 1



Умовні позначення:

- утеплення плитами пінополістиролу товщиною 150 мм;
- утеплення плитами пінополістиролу товщиною 100 мм;
- утеплення мінераловатними плитами товщиною 150 мм;
- утеплення мінераловатними плитами товщиною 50 мм;

- утеплення плитами екструдованого пінополістиролу товщиною 150 мм;
- утеплення плитами екструдованого пінополістиролу товщиною 100 мм;
- утеплення плитами екструдованого пінополістиролу товщиною 50 мм.

Висновки за результатами досліджень

1. З'ясовано передумови масової типової житлової забудови та встановлено перелік типових серій за якими зводилось житло.
2. Систематизовано оцінки архітектурно-планувальних рішень та технічного стану основних конструктивних елементів кожної з типових серій забудови.
3. Встановлено, що найбільш перспективно та доцільно реалізовувати інженерно-технічні заходи з термомодернізації починаючи з типової серії 87 та більш пізніх серій типової житлової забудови.
4. На основі існуючого енергетичного балансу для існуючого варіанту житлової будівлі типової серії 87 (енергетичного сертифікату будівлі) (виконаного енергетичного аудиту будівлі) встановлено що в існуючому варіанті клас енергетичної ефективності «G», тобто найнижчий з можливих.

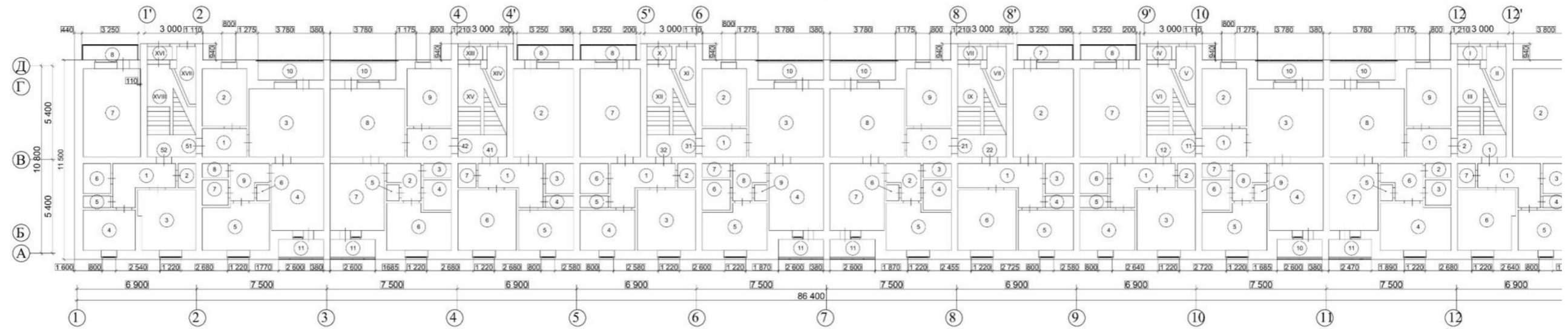
Висновки за результатами досліджень

5. Вивчено та систематизовано закордонний досвід з термомодернізації. Найбільш системних результатів з раціонального використання теплової енергії досягнуто в Германії. Енергозберігаючими є будівлі зі споживанням 30-70 кВт*год./м². А для пасивних будинків цей показник складає 15 кВт*год./м²
6. За результатами системної та комплексної реалізації заходів з енергоефективності (включаючи автоматизацію та менеджмент) для обраного об'єкту дослідження збудованого за типовою серією 87 клас енергоефективності підвищиться до «В». Що дозволить на 67% відсотків скоротити енергоспоживання на опалення, та відповідно і оплату комунальних послуг.

Висновки за результатами досліджень

- 7) Кошти на реалізацію заходів з енергоефективності найбільш реально долучати з Державних програм та Державного Фонду з енергоефективності.
- 8) Досягнутий результат в роботі (розроблені інженерні підходи, конкретизовані інженерні рішення, визначені матеріали тощо) можливо розглядати як проект багаторазового використання, чи типовий проект.

ПЛАН ПЕРШОГО ПОВЕРХУ



СИТУАЦІЙНІ СХЕМИ ДІЛЯНОК РОЗМІЩЕННЯ
ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ МАСОВИХ СЕРІЙ ЗАБУДОВИ



ФОТОФІКСАЦІЯ ФАСАДІВ ТИПОВИХ 5-ТИ ПОВЕРХОВИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ



ПЕРЕВАЖАЮЧИЙ НАПРЯМ ВІТРУ В ОБЛАСТЯХ УКРАЇНИ

За даними моніторингу Метео Стари

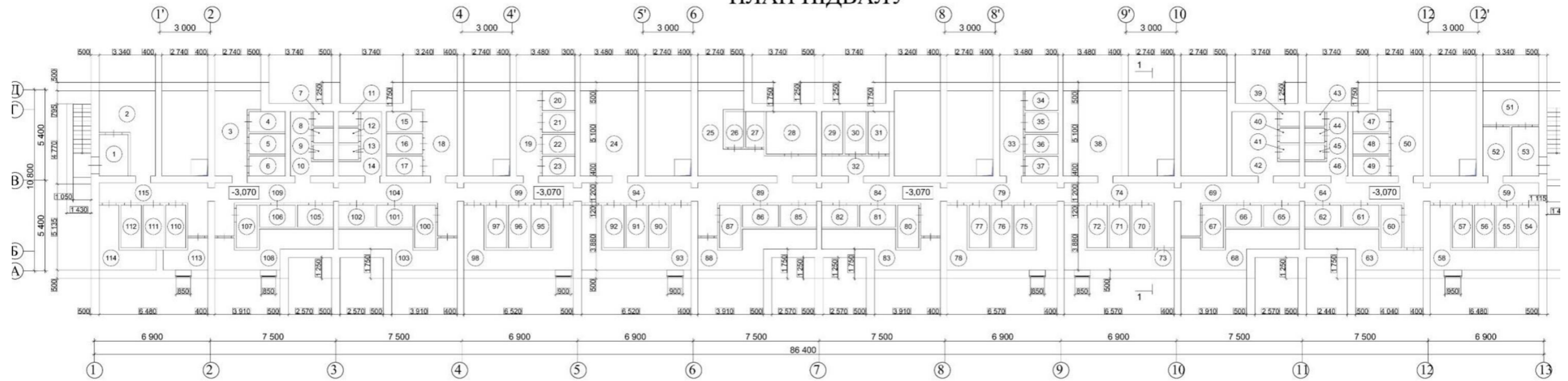


*відсоток співвідношення напрямків вітру

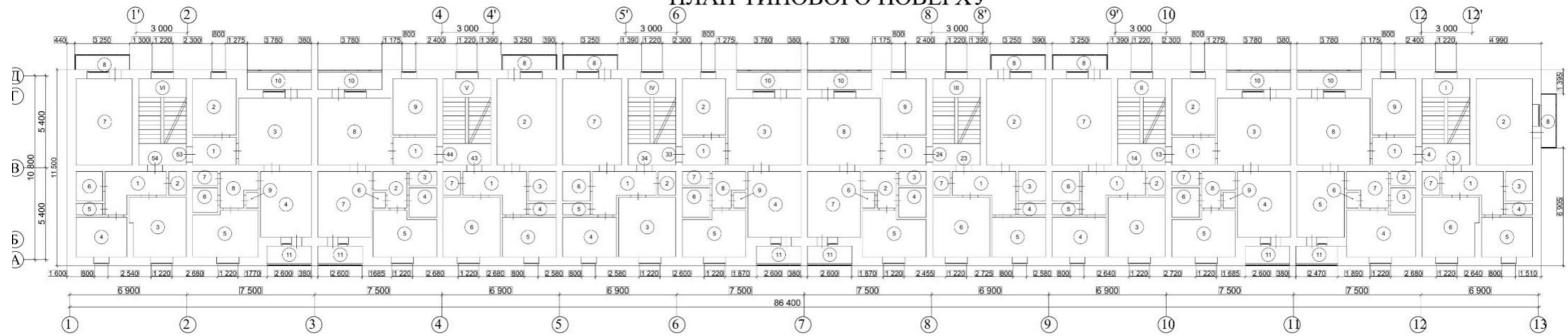


Примітки. На майданчиках сходових кліток біля вхідних дверей до житлових приміщень вказано номери квартир за експлікацією.

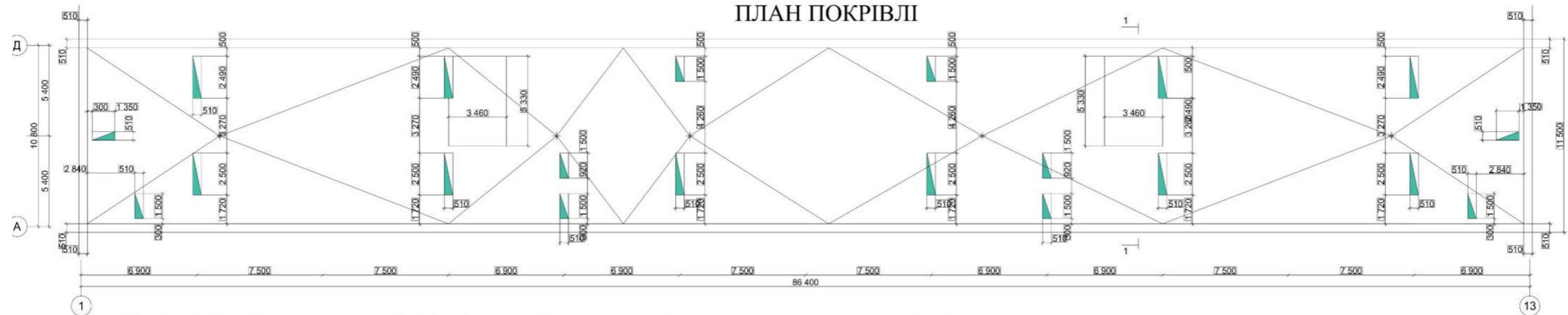
ПЛАН ПІДВАЛУ



ПЛАН ТИПОВОГО ПОВЕРХУ

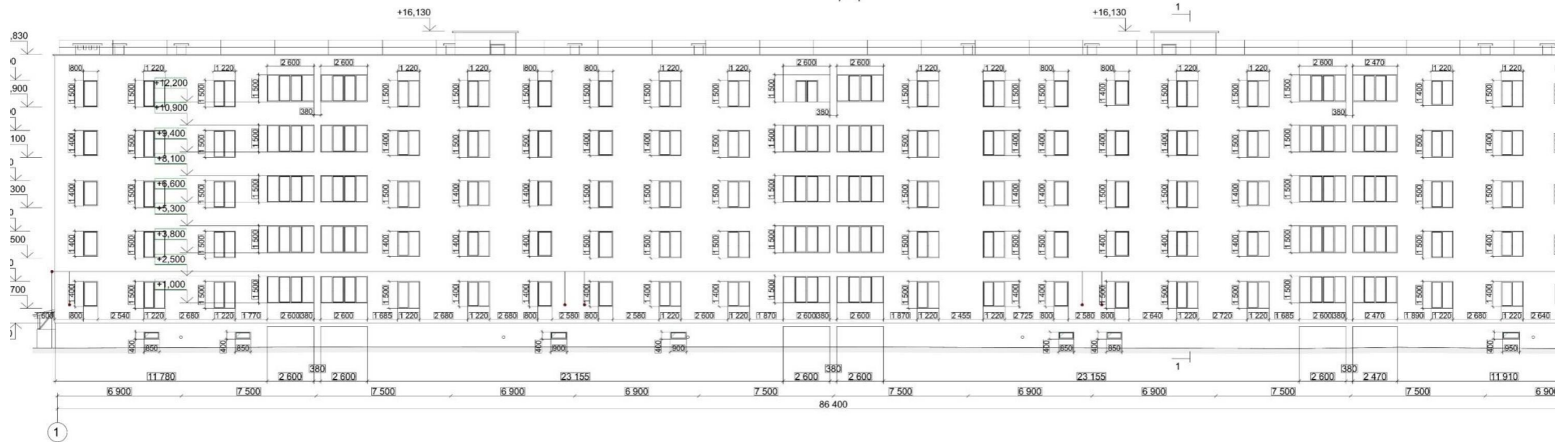


ПЛАН ПОКРІВЛІ



Примітки. 1. На майданчиках сходових кліток біля входних дверей до житлових приміщень вказано номери квартир за експлікацією.
2. Номери квартир та поверхи їх розташування наведено в експлікації першого та типового поверхів.

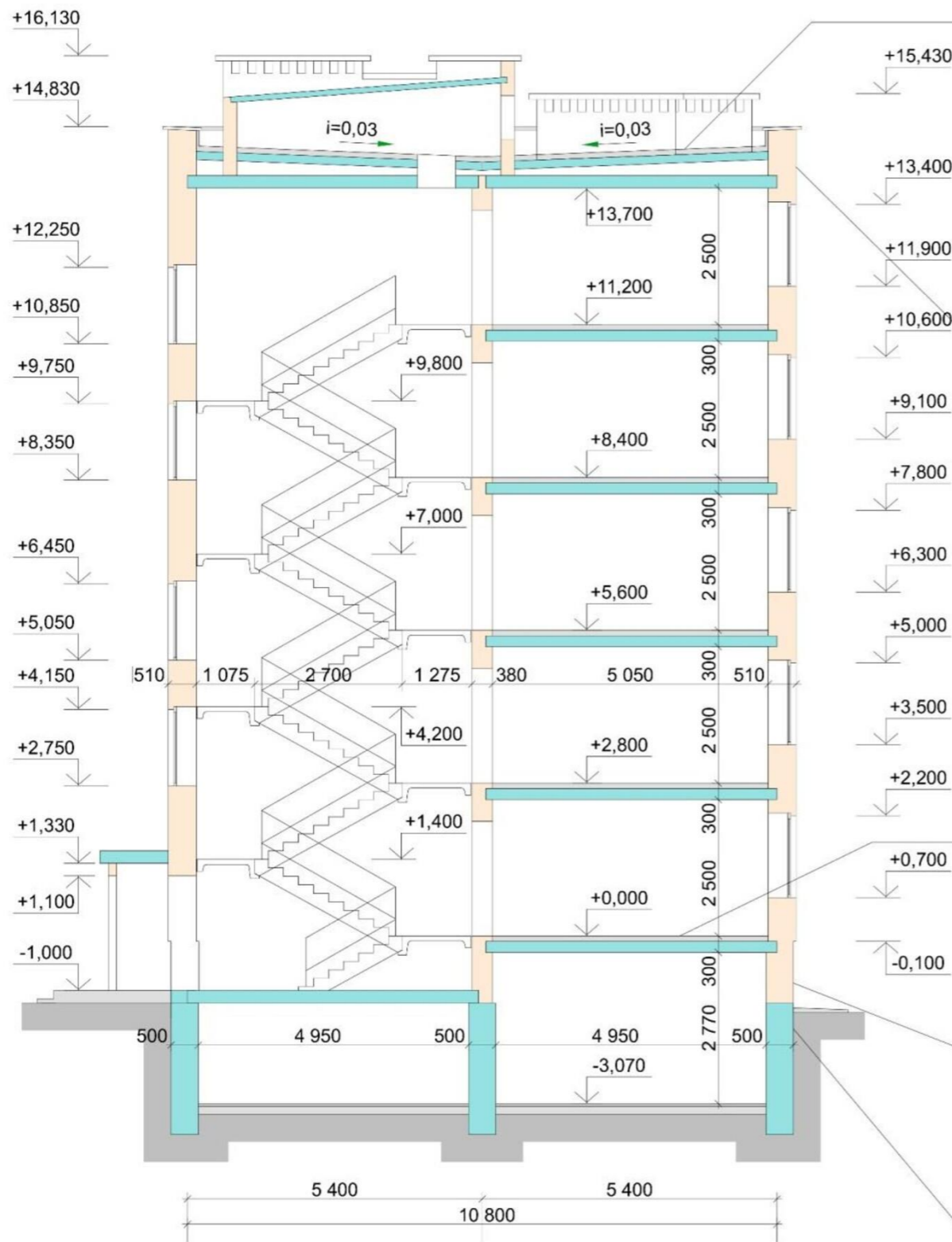
ФАСАД 1 - 13



ФАСАД 13 - 1



РОЗРІЗ 1 - 1 (1:50)



Гідроізоляція
 Похилотворюючий шар - цементно-піщана стяжка з легкого бетону, армована сталеву сіткою - $i=0,025$
 Відокремлюючий шар - плівка поліетиленова, 100мкм
 Екструдований пінополістирол - 200 мм, $\rho=30 \text{ кг/м}^3$, $\lambda=0,038 \text{ Вт/(м·К)}$
 Пароізоляція
 Вирівнююча цементно-піщана стяжка
 Плита перекриття /існ./

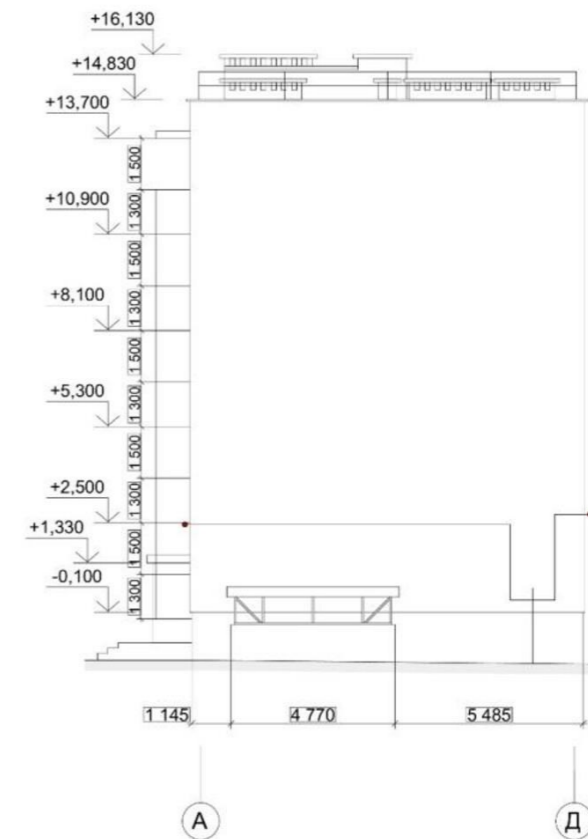
Зовнішня стіна /існ./
 Вирівнювальний шар
 Грунтуєчий шар
 Клейовий шар
 Шар теплової ізоляції - 150 мм
 Захисний шар, армований склосіткою
 Опоряджувальне покриття

Плита перекриття /існ./
 Вирівнювальний шар
 Грунтуєчий шар
 Клейовий шар
 Шар теплової ізоляції - 120 мм
 Захисний шар, армований склосіткою
 Опоряджувальне покриття

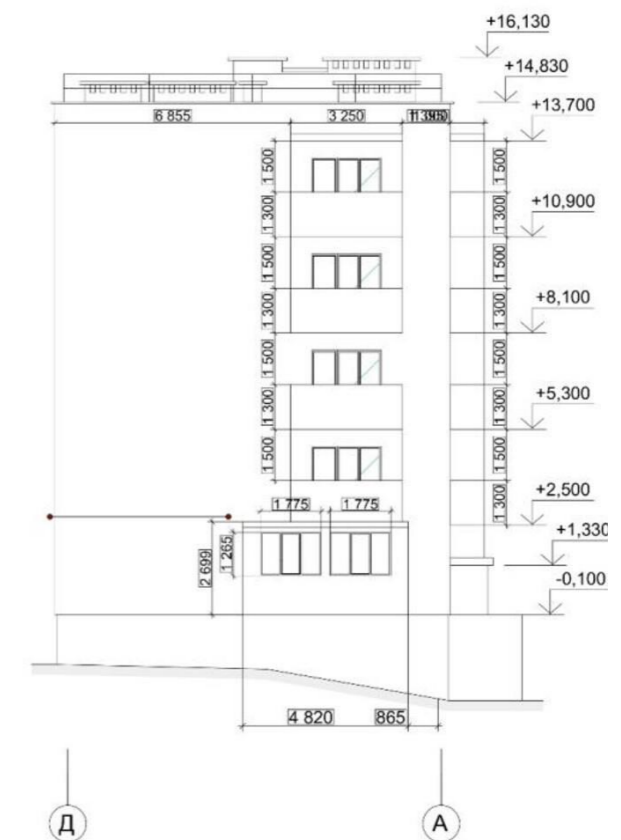
Цокольна частина стіни, надземна /існ./
 Вирівнювальний шар
 Грунтуєчий шар
 Клейовий шар
 Шар теплової ізоляції - 100 мм
 Захисний шар, армований
 Гідроізоляція
 Опоряджувальне покриття цоколю

Цокольна частина стіни, підземна /існ./
 Вирівнювальний шар
 Гідроізоляція
 Грунтуєчий шар
 Клейовий шар
 Шар теплової ізоляції - 50 мм
 Профільована мембрана
 Геотекстиль

ФАСАД А - Д (1:100)



ФАСАД Д - А (1:100)



ВІДГУК
керівника магістерської кваліфікаційної роботи

студента (ки) _____ Іванішин А. В. _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему «Оцінка ефективності заходів з термомодернізації житлових будівель масових серій забудови»

Магістерська кваліфікаційна робота виконана згідно з завданням та відповідає темі, містить 13 аркушів графічного матеріалу і пояснювальну записку з 1__ сторінок, підписана консультантами та має рецензію.

Питання ефективного використання енергетичних ресурсів в державі приділяється першочергове значення, на ряду з тим що лєвова частка його витрачається в житловому секторі (представленому в значній мірі типовими житловими будівлями) тому актуальність обраної теми дослідження поза всяким сумнівом.

Основним розділом МКР є розрахунково-конструкторський.

В роботі розроблено конкретні будівельні рішення для кожного з елементів зовнішньої огорожуючої оболонки будівлі, а також з урахуванням цього уточнювався енергетичний баланс будівлі в сенсі підвищення енергетичної ефективності будівлі в цілому.

В роботі приведено результати числового моделювання на аналіз балансу енергетичних ресурсів для типової серії житлової забудови 87.

Обґрунтування результатів отриманих за числовими моделюваннями та висновки зроблені на основі аналізу отриманих результатів та вивчення та аналізу інформації з літературних джерел сприймаються аргументованими, переконливими, професійними з елементами наукової новизни

Рівень інженерної підготовки і ерудиції магістранта з урахуванням практичного досвіду реалізації такого плану проектів достатній для самостійної фахової діяльності.

Робота розроблена та представлена у відведенні для цього терміни.

Дана МКР носить навчальний характер.

Всі розділи та складові МКР розроблено та оформлено з використанням ПППЗ.

Оформлення складових МКР як графічної частини, так і пояснювальної записки виконано з дотриманням відповідних ДН для робіт дослідницького характеру.

Робота розроблена та оформлена у відведенні для цього терміни.

Питання підняті та опрацьовані в даній МКР мають звичайно практичну цінність, та з відповідним доопрацюванням можуть бути враховані при реалізації проектів з термомодернізації для житлових будівель типової забудови.

Зауваження по МКР:

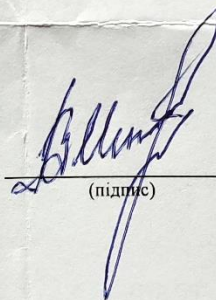
1). З практичної точки зору представляється цікавим оцінка кількісної оцінки наявних будівель серії 87, про що в роботі нічого не відмічено.

2). Запропоновані інженерні рішення для підвищення енергоефективності, а також технологія їх реалізації, з роботи не ясно це пропозиції пошукача, чи типові розробки або інше. А також не зазначено, вимоги яких норм є обов'язковими при розробці інженерних рішень такого класу.

В цілому МКР виконана на достатньому науково-практичному рівні, зроблені зауваження не знижують цінність результатів досліджень представлених в даній роботі, пошукач заслуговує присудження кваліфікації магістр будівництва та при відповідному захисті заслуговує на оцінку «С» (80 б.).

**Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи**

Доцент кафедри БМГА, к.т.н., доцент
(посада, науковий ступінь, вчене звання)



(підпис)

Андрухов В. М.

(ініціали, прізвище)

ВІДГУК ОПОНЕНТА
на магістерську кваліфікаційну роботу

студента (ки) _____ Іванішина А. В. _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему «Оцінка ефективності заходів з термомодернізації житлових будівель масових серій забудови»

Магістерська кваліфікаційна робота виконана згідно з завданням та відповідає темі, містить 13 аркушів графічного матеріалу і пояснювальну записку з 1__ сторінок, підписана консультантами та має рецензію.

Питання ефективного використання енергетичних ресурсів в державі приділяється першочергове значення, на ряду з тим що лєвова частка його витрачається в житловому секторі (представленому в значній мірі типовими житловими будівлями) тому актуальність обраної теми дослідження поза всяким сумнівом.

Результати отримані на основі вивчення літературних джерел державних, світових та за числовими моделюваннями для обраного будівельного об'єкту дослідження можуть бути використанні в якості типового проектного рішення (проекту в цілому чи конкретних фрагментів результатів).

В роботі приведено результати числового моделювання на аналіз балансу енергетичних ресурсів для типової серії житлової забудови 87.

Обґрунтування результатів отриманих за числовими моделюваннями та висновки зроблені на основі аналізу отриманих результатів та вивчення та аналізу інформації з літературних джерел сприймаються аргументованими, переконливими, професійними з елементами наукової новизни

Рівень пророблення основного розділу представляється достатньо проробленим, аргументовано переконливим; спрямованих на підвищення факторів раціонального використання енергетичних ресурсів.

Результати числового моделювання представлені в роботі та саме числове моделювання виконано на достатньо-відповідному науковому рівні та представляє практичний інтерес можливість типового підходу до вирішення питань енергоефективності хоча однієї із поширених типових серій житлової забудови.

Дана робота виконана та оформлена з використанням різнопланових пакетів прикладного програмного забезпечення..

Стиль викладення записки обґрунтувальний, логічний, послідовний, та логічно сприймаємим.

Оформлення роботи виконано з дотриманням відповідних норм та стандартів.

Результати досліджень носять практичну цінність та значимість. І можуть бути вагомими та основою для розробки типового підходу до вирішення питання енергоефективності.

В графічній частині до роботи на достатньому для розуміння рівні представлено результати роботи. Будівельний об'єкт, для якого виконувались дослідження представлено в ГЧ та в ПЗ.

За результатами дослідження встановлено, перелік заходів реалізація яких є необхідною для підвищення енергоефективності, а також визначена кошторисна вартість їх реалізації.

Зауваження по МКР:

1). З практичної точки зору представляється цікавим оцінка кількісної оцінки наявних будівель серії 87, про що в роботі нічого не відмічено.

2). Запропоновані інженерні рішення для підвищення енергоефективності, а також технологія їх реалізації, з роботи не ясно це пропозиції пошукача, чи типові розробки або інше. А також не зазначено, вимоги яких норм є обов'язковими при розробці інженерних рішень такого класу.

В цілому МКР виконана на достатньому науково-практичному рівні, зроблені зауваження не знижуються цінність результатів досліджень представлених в даній роботі, пошукач заслуговує присудження кваліфікації магістр будівництва та при відповідному захисті заслуговує на оцінку «С» (80 б.).

Опонент

Доцент кафедри ТЕ, к.т.н., доцент

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)



Остапенко О. П.

(ініціали, прізвище)

М.П.

Печатка установи, організації опонента