

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 ФАКТИЧНОЇ СЕЙСМОСТІЙКОСТІ ОБ'ЄКТА СОЦІАЛЬНОЇ
ІНФРАСТРУКТУРИ З РОЗРОБКОЮ КОНСТРУКТИВНИХ ЗАХОДІВ З ЇЇ
ПІДВИЩЕННЯ»**

Виконав: студент II-го курсу, групи Б 22м
спеціальності 192 «Будівництво

та цивільна інженерія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Дідовець Ігор Володимирович

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент

(науковий ступінь, посада)

Андрухов В.М.

(прізвище та ініціали)

« 16 » 06 2024 р.

Опонент:

(науковий ступінь, посада)

Степанов Д. В.

(прізвище та ініціали)

« 16 » 06 2024 р.

(прізвище та ініціали)

Допущено до захисту

Завідуючий кафедри БМГА

В. В. Швець

(підпис, прізвище та ініціали)

« 16 » 06 2024 року

Вінниця ВНТУ - 2024 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.
15 березня 2024 року

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТА

Ігорю Володимировичу Дідовцю

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) «Оцінка фактичної сейсмостійкості об'єкта соціальної інфраструктури з розробкою конструктивних заходів з її підвищення»

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

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від " 11 " 03 2024 року № 81.

2. Строк подання магістрантом роботи 17.05.2024 р.

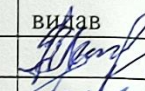
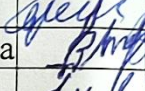
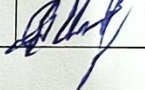
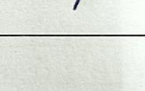
3. Вихідні дані до роботи Обмірні креслення недобудованої 7-ми поверхової каркасно-монолітної будівлі в м. Мукачєво, топографічний план ділянки, звіт з інженерно-геологічних вишукувань, звіт з обстеження технічного стану всієї будівлі. Стіни з цегли, теплотехнічний розрахунок. Покрівля плоска, суміщена.

4. 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, на основі аналізу результатів тестових розрахунків тривимірної комп'ютерної моделі безригельного каркасу багатоповерхової залізобетонної будівлі виконати аналіз параметрів НДС конструкцій та сейсмічних реакцій 7-ми поверхової будівлі; аналіз особливостей проектування висотних житлових і громадських будівель у сейсмічних районах України, зокрема оцінка сейсмостійкості існуючих елементів залізобетонного каркасу на відповідність вимогам діючого ДБН з сейсмостійкості; розробка просторових розрахункових моделей безригельних каркасів будівель та виконати аналіз результатів; виконати техніко-економічне порівняння розглянутих варіантів конструктивного рішення та вплив на нього досліджуваного фактору. 2. 2.1-Архітектурно-будівельні рішення технічного об'єкту (розрахунок планувальних відміток генплану, віконні та дверні заповнення, експлікація підлоги, теплотехнічний розрахунок). 2.2-Конструктивний розділ (розрахунок та проектування підсилення несучих елементів каркасу).. 2.4. Розробка заходів з охорони праці та цивільного захисту. 3. 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 – 6-10 арк. (плакати, що ілюструють результати наукової роботи)
 2. Архітектурно-будівельні рішення – 1-2 арк. (візуалізація будівлі, фотогенеральний план, плани, план покрівлі, розріз, вузли)
 3. Конструктивний розділ – 1-2 арк. (ескізні креслення підсилення конструктивних елементів каркасу будівлі)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1-4	К.т.н., доц. каф. БМГА В. М. Андрухов		
5 (архітектурні ріш.)	К.т.н., доц. каф. БМГА В. В. Смоляк		
6. Охорона праці	К.пед.н., доц. каф. БЖДПБ І. М. Кобилянська		
7. Економічна частина	К.т.н., доц. каф. БМГА О. Г. Лялюк		

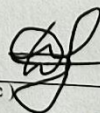
7. Дата видачі завдання _____ . 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Складання технічного завдання та вступу до МКР	01.02-06.02.24	
2	Науково-дослідна частина	07.02-15.03.24	
3	Архітектурно-будівельні рішення	18.03-29.03.24	
4	Другий підрозділ технічної частини	30.03-12.04.24	
5	Охорона праці та цивільний захист	15.04-19.04.24	
6	Економічна частина	16.04-21.04.24	
7	Оформлення МКР	22.04-30.04.24	
8	Подання МКР на кафедру для перевірки	01.05-22.05.24	
9	Попередній захист	23.05-24.05.24	
10	Опонування	27.05-03.06.24	
11			

Магістрант

(підпис)

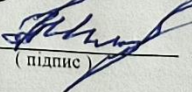


Дідовець І. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)



Андрухов І.

(прізвище та ініціали)

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	ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ.	Плакат
4.	Аркуш №4	РОЗРАХУНКОВА МОДЕЛЬ 7-ми ПОВЕРХОВОЇ БУДІВЛІ	Плакат
5.	Аркуш №5	РЕЗУЛЬТАТИ ЧИСЕЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	Плакат
6.	Аркуш №6	РЕЗУЛЬТАТИ ЧИСЕЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	Плакат
7.	Аркуш №7	РЕЗУЛЬТАТИ ЧИСЕЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ. ПОРІВНЯННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОЗРАХУНКУ	Плакат
8	Аркуш №8	ЗАХОДИ З ПІДСИЛЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ	Плакат
9.	Аркуш №9	ВИСНОВКИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ДОСЛІДЖЕНЬ	Плакат
10.	Аркуш №10	ВИСНОВКИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ДОСЛІДЖЕНЬ	Плакат
11.	Аркуш №11	Генеральний план, проектні візуалізації, ситуаційна схема ділянки проектування. Умовні позначення.	Креслення
12.	Аркуш №12	План типового поверху, план поверху на відмітці 0,000	Креслення
13.	Аркуш №13	Фасад А-Н; розріз 1-1, розріз 2-2, опорядження фасадів.	Креслення
14.	Аркуш №14	План покрівлі, план підвалу, архітектурні деталі.	Креслення

АНОТАЦІЯ

УДК 699.841

Дідовець І. В. ОЦІНКА ФАКТИЧНОЇ СЕЙСМОСТІЙКОСТІ ОБ'ЄКТА СОЦІАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ З РОЗРОБКОЮ КОНСТРУКТИВНИХ ЗАХОДІВ З ЇЇ ПІДВИЩЕННЯ. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія», освітня програма – «Промислове та цивільне будівництво». Вінниця: ВНТУ, 2024. 130 с. Укр. мовою. Бібліогр.: 81 назв; рис. 63; табл. 13.

В магістерській кваліфікаційній роботі проаналізовано методи оцінки фактичної сейсмостійкості будівель і споруд, що експлуатуються в сейсмічних районах України. Особливу увагу приділено забезпеченню сейсмостійкості об'єктів соціальної сфери (освітні, медичні заклади), що є найбільш вразливими при сейсмічних подіях.

Виконано оцінку параметрів сейсмічної реакції та напружено деформованого стану конструкцій будівлі з урахуванням сейсмічного впливу 7 балів з використанням програмного комплексу «ЛІРА САПР».

В технічній частині роботи розроблена конструкторська документація на багатоповерховий залізобетонний каркасний будинок медичного закладу, запроектований для будівництва у сейсмічному районі України. Розроблено питання архітектурно-будівельних рішень, виконано проектування елементів підсилення несучих конструкцій та розділ охорони праці.

Магістерська кваліфікаційна робота містить 14 аркушів графічної частини.

Ключові слова: *сейсмічний вплив, сейсмостійкість, напружено-деформований стан, підсилення, програмний комплекс, числове моделювання*

ABSTRACT

Didovets I.V. ASSESSMENT OF THE ACTUAL SEISMIC RESISTANCE OF THE SOCIAL INFRASTRUCTURE FACILITY WITH THE DEVELOPMENT OF CONSTRUCTIVE MEASURES TO INCREASE IT. Master's qualification work on specialty 192 - "Construction and civil engineering", educational program - "Industrial and civil construction". Vinnytsia: VNTU, 2024. 130 p. Ukraine language Bibliography: 81 titles; Fig. 63; table 13.

The master's thesis analyzed the methods of assessing the actual seismic resistance of buildings and structures operated in seismic regions of Ukraine. Special attention is paid to ensuring seismic resistance of social sphere objects (educational, medical institutions), which are most vulnerable to seismic events.

An assessment of the parameters of the seismic response and the stress-deformed state of the building's structures was carried out, taking into account the seismic impact of 7 points using the "LIRA SAPR" software complex.

In the technical part of the work, design documentation was developed for a multi-story reinforced concrete frame building of a medical institution, designed for construction in a seismic region of Ukraine. The issue of architectural and construction solutions was developed, the design of elements for strengthening the load-bearing structures and the section on labor protection were carried out.

The master's qualification work contains 14 sheets of the graphic part.

Key words: *seismic impact, seismic resistance, stress-strain state, reinforcement, software complex, numerical modeling*

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	7
ВСТУП	8
1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТЕОРІЇ ТА ПРАКТИКИ	12
1.1 Загальні положення.....	12
1.2 Нормативні вимоги	14
1.3 Аналіз наслідків землетрусів, теоретичних та експериментальних досліджень	16
1.4 Обстеження конструкцій будівель і споруд	26
1.5 Методи підсилення конструкцій.....	34
1.5.1 Підсилення стін та простінків профільованим настилом.....	34
1.5.2 Підсилення стін та простінків двосторонніми залізобетонними «сорочками»	35
1.5.3 Підсилення простінків металевими обіймами.....	36
1.5.4 Перетворення цегляної перегородки у діафрагму жорсткості	37
1.5.5 Сучасні методи забезпечення сейсмостійкості	38
1.6 Висновки за розділом.....	41
2. ВИЗНАЧЕННЯ МЕТИ ТА ЗАВДАНЬ ДОСЛІДЖЕННЯ	42
2.1 Загальні положення.....	42
2.2 Визначення мети та задач дослідження	43
3. МОДЕЛЮВАННЯ ТА ЧИСЕЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	45
3.1 Аналіз вихідних даних для оцінки фактичної сейсмостійкості.....	45
3.1.1 Об'ємно-планувальне та конструктивне рішення будівлі	45
3.1.2 Результати обстеження технічного стану конструкцій	51
3.1.3 Результати інструментальних досліджень.....	57
3.2 Розробка комп'ютерної моделі будівлі	59
3.3 Висновки за розділом.....	71
4. АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	72
4.1 Загальні положення.....	72
4.2 Модальний аналіз.....	72
4.3 Деформований стан будівлі.....	74
4.4 Розрахунок зусиль в конструкціях	75
4.5 Результати розрахунку армування залізобетонних елементів.....	80
4.6 Розробка заходів із підсилення конструкцій	86
4.7 Оцінка витрат для забезпечення сейсмостійкості будівлі.....	88
ВИСНОВКИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	90
РОЗДІЛ 5. АРХІТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ	93
5.1 Просторові рішення та благоустрій.....	93
5.2 Архітектурно-планувальні рішення	96
5.3 Конструктивні рішення	100
5.4 Безпека життєдіяльності та охорона навколишнього середовища.....	102

5.5 Техніко-економічні показники.....	103
5.6 Висновки за розділом.....	104
РОЗДІЛ 6. Охорона паці т та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	106
6.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта.....	106
6.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії.....	111
6.2.1. Мікроклімат.....	111
6.2.2. Склад повітря робочої зони.....	112
6.3. Виробниче освітлення.....	112
6.4. Виробничий шум.....	113
6.5 Психофізіологічні фактори	114
6.6. Класи умов праці за показниками напруженості праці:.....	114
7. Економічна частина	116
ВИСНОВКИ.....	117
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	120
ДОДАТКИ.....	128
ДОДАТОК А.....	129
ПРОТОКОЛ перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень.....	129
ДОДАТОК Б	130
Сертифікат про участь в ЛІІ ВНТК ФБЦЕІ (2024), ВНТУ. м. Вінниця.....	130

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

ВСТУП

Актуальність теми.

Забезпеченню сейсмостійкості об'єктів соціальної інфраструктури (шкіл, дитячих садків, лікарень, поліклінік) приділяється особлива увага [1]. Викликано це насамперед суттєвою вразливістю вказаних будівель і споруд через велику кількість осіб, що можуть перебувати в них під час сейсмічних подій, та необхідністю збереження функціональної придатності медичних закладів при ліквідації наслідків руйнівних землетрусів.

В той же час положення державних будівельних норм [2, 3] щодо забезпечення сейсмостійкості при проектуванні вказаних будівель стосуються лише обмеження їх поверховості; положення щодо оцінки та підвищення сейсмостійкості існуючих будівель відсутні.

Аналіз досліджень, виконаних в інших країнах, свідчить про те, що навіть в регіонах, які традиційно вважаються сейсмічно небезпечними із відповідним рівнем проектування будівель і споруд, кількість сейсмостійких будівель соціальної сфери, що відповідають положенням сучасних норм, знаходиться в межах 50-75% від їх загальної кількості [4].

В Україні станом на 2021 рік працює більше 15800 шкіл та близько 1200 лікарняних установ. Враховуючи сейсмічну небезпеку території України [3, 5], слід очікувати, що близько третини існуючих будівель соціальної сфери експлуатуються в сейсмічних районах. Отже питання оцінки фактичної сейсмостійкості цих будівель та, за потреби, її підвищення до необхідного рівня, є актуальним.

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

Робота виконана відповідно до теми:

- № 60К1 «Особливості конструктивних рішень багатоповерхових каркасно-монолітних житлово-офісних будівель при сейсмічних впливах 8 балів».

Метою досліджень є аналіз та вивчення методів оцінки фактичної сейсмостійкості будівель і споруд, сучасних методів розрахунку будівельних

конструкцій на сейсмічні впливи у складі сейсмічних розрахункових ситуацій, засобів підсилення конструкцій для забезпечення необхідної сейсмостійкості.

Задачі досліджень:

- аналіз вимог нормативних документів, вітчизняних та закордонних публікацій щодо методів оцінки фактичної сейсмостійкості будівель і споруд на прикладі об'єктів соціальної сфери – медичних закладів;
- аналіз результатів обстеження технічного стану конструкцій **об'єкта незавершеного будівництва** – будівлі медичного закладу у сейсмічному районі України;
- розробка просторової розрахункової моделі багатоповерхової каркасної залізобетонної будівлі з використанням ПК «ЛІРА САПР»;
- збір навантажень для розрахунку моделі будівлі з урахуванням сейсмічного впливу;
- моделювання сейсмічного впливу 7 балів за спектральним методом ДБН В.1.1-12;
- виконання розрахунку розробленої моделі будівлі в умовах сейсмічної розрахункової ситуації;
- аналіз результатів розрахунку будівлі за:
 - періодами та формами коливань;
 - сейсмічними навантаженнями на конструктивні елементи;
 - параметрами НДС конструктивних елементів;
 - параметрами армування конструктивних елементів.
- формування висновків за результатами досліджень;
- розробка заходів з підсилення конструкцій.

Об'єктом досліджень є 7-ми поверхова адміністративна будівля за схемою монолітного залізобетонного безригельного каркасу, запроектована у сейсмічному районі України з інтенсивністю сейсмічних впливів 7 балів.

Предметом дослідження є результати обстеження технічного стану конструкцій, параметри напружено-деформованого стану (НДС) конструкцій

багатоповерхової будівлі, визначені за результатами розрахунку в умовах сейсмічної розрахункової ситуації.

Методи дослідження.

Для вирішення поставлених завдань будуть використані наступні методи досліджень:

- аналіз сучасного стану оцінки фактичної сейсмостійкості будівель і споруд на основі огляду вітчизняних та закордонних публікацій та вимог нормативних документів (розділ 1);
- аналіз результатів обстеження технічного стану конструкцій об'єкта незавершеного будівництва (розділ 2);
- розрахункові дослідження параметрів НДС будівельних конструкцій з урахуванням сейсмічного впливу на основі просторової комп'ютерної моделі багатоповерхової залізобетонної каркасної будівлі (розділ 3);
- аналіз результатів розрахунку динамічної реакції та НДС, параметрів розрахункового армування конструкцій у порівнянні із фактичними (розділ 4);
- розробка конструкторсько-технологічної документації для 7-ми поверхової залізобетонної каркасної будівлі, запроектованої у сейсмічному районі України з інтенсивністю сейсмічних впливів 7 балів та заходів із підсилення конструкцій (розділ 5).

Наукова новизна роботи.

Наукову новизну роботи складають:

- узагальнення результатів експериментально-теоретичних досліджень та практичного досвіду щодо оцінки фактичної сейсмостійкості будівель і споруд на прикладі об'єкту незавершеного будівництва, що планується використати для розміщення медичного закладу;
- результати аналізу НДС залізобетонних конструкцій при впливі сейсмічних навантажень з урахуванням фактичного стану конструкцій.

Практична цінність роботи.

В результаті виконання МКР акумульовано системну інформацію для розуміння природи сейсмічних подій, обстеження об'єктів незавершеного будівництва, а також отримано та поглиблено інженерний досвід з виконання чисельних досліджень будівельних конструкцій з урахуванням сейсмічних впливів; володіння основними методами розрахунків та умовами їх застосування відповідно до діючої нормативної бази, з прийняття визначальних параметрів сейсмічного впливу в залежності від типу та відповідальності конструкцій, формування числової моделі будівельного об'єкта, а також вихідних даних для розрахунків, зокрема з використанням сучасних програмних комплексів, аналіз отриманих результатів за параметрами НДС та витратами матеріалів конструкцій.

Особистий внесок магістранта полягає у вивченні та узагальненні наявного світового та вітчизняного досвіду з оцінки фактичної сейсмостійкості конструкцій будівель і споруд, чисельне моделювання та аналіз поведінки конструкцій при сейсмічних діях.

Апробація результатів роботи.

Всеукраїнська науково-технічна конференція за участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств. Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії.

Чергова п'ятдесят третя конференція відбулася 20-22 березня 2024 року, м. Вінниця, ВНТУ.

Публікації.

Дідовець І. В. **ОЦІНКА ФАКТИЧНОЇ СЕЙСМОСТІЙКОСТІ ОБ'ЄКТА СОЦІАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ З РОЗРОБКОЮ КОНСТРУКТИВНИХ ЗАХОДІВ З ЇЇ ПІДВИЩЕННЯ**). <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2024/paper/view/20917/17369> / І. В. Дідовець // Матеріали ЛІІІ Всеукраїнської науково-технічної конференції факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії (2024). . м. Вінниця, ВНТУ.

1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТЕОРІЇ ТА ПРАКТИКИ

1.1 Загальні положення

Забезпеченню сейсмостійкості об'єктів соціальної інфраструктури (шкіл, дитячих садків, лікарень, поліклінік) приділяється особлива увага [1]. Викликано це насамперед суттєвою вразливістю вказаних будівель і споруд через велику кількість осіб, що можуть перебувати в них під час сейсмічних подій, та необхідністю збереження функціональної придатності медичних закладів при ліквідації наслідків руйнівних землетрусів.

В то же час положення державних будівельних норм [2, 3] щодо забезпечення сейсмостійкості при проектуванні вказаних будівель стосуються лише обмеження їх поверховості; положення щодо оцінки та підвищення сейсмостійкості існуючих будівель відсутні.

Аналіз досліджень, виконаних в інших країнах, свідчить про те, що навіть в регіонах, які традиційно вважаються сейсмічно небезпечними із відповідним рівнем проектування будівель і споруд, кількість сейсмостійких будівель соціальної сфери, що відповідають положенням сучасних норм, знаходиться в межах 50-75% від їх загальної кількості [4].

В Україні станом на 2021 рік працює більше 15800 шкіл та близько 1200 лікарняних установ. Враховуючи сейсмічну небезпеку території України [3, 5], слід очікувати, що близько третини існуючих будівель соціальної сфери експлуатуються в сейсмічних районах (рис. 1.1). Отже питання оцінки фактичної сейсмостійкості цих будівель та, за потреби, її підвищення до необхідного рівня, є актуальним.

В роботі на основі аналізу вітчизняних та закордонних публікацій, положень нормативних документів проаналізовано сучасний стан та методи оцінки фактичної сейсмостійкості будівель і споруд в цілому та їх особливостей щодо об'єктів соціальної сфери.

1.2 Нормативні вимоги

Відповідно до п.6.1.1 ДБН В.2.2-10:2022 «Заклади охорони здоров'я. Основні положення» [7] висоту будинків закладів охорони здоров'я слід приймати умовною висотою не більше ніж 26,5 м, а в сейсмічних районах згідно з вимогами ДБН Б.2.2-12.

Відповідно до п. 9.8 ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування та забудова територій» [2] для населених пунктів, розміщених у районах сейсмічністю 7-8 балів, поверховість громадських будинків цілодобового перебування, зокрема лікарень, слід встановлювати не більше 4 поверхів.

Проектування будівель і споруд у сейсмічних районах здійснюється згідно з вимогами ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво у сейсмічних районах України» [3].

Відповідно до 7.1.1 висота будівель лікарень не повинна перевищувати трьох поверхів. Хірургічні та реанімаційні відділення слід розташовувати на нижніх двох поверхах.

Відповідно до п. 6.3.1 при розрахунках конструкцій з урахуванням сейсмічного впливу слід враховувати коефіцієнт k_2 , що враховує тип та призначення будівлі. Відповідно до таблиці 6.4 значення коефіцієнту для будівель лікарень на 100 ліжок и більше, пологових будинків, акушерських корпусів, станцій швидкої допомоги становить $k_2=1.3$.

Аналіз наведених положень свідчить про певні протиріччя між положеннями нормативних документів України щодо обмеження висоти будівель лікарень і медичних закладів. Крім того, в сейсмічних районах України експлуатується значна кількість медичних закладів, будівлі яких формально не відповідають вимогам нормативних документів (рис. 1.2).

Відповідно до положень норм Європейського Союзу [8] будівлі лікарень відносяться до найвищого класу важливості IV, що залежить від наслідків їх руйнування для людського життя, від їх важливості для суспільної безпеки і цивільного захисту в період безпосередньо після землетрусу. Відповідно до положень п. 4.2.5.(5)Р Єврокоду 8 [8] коефіцієнт важливості для таких будівель

дорівнює $\gamma_1=1,4$, що дещо перевищує значення $k_2=1.3$, прийняте у вітчизняних нормах [3].



а)



б)



в)



г)

Рисунок 1.2 – Будівлі медичних закладів в сейсмічних районах України:
 а - Одеська обласна клінічна лікарня; б - Ужгородська центральна міська клінічна лікарня; в - лікарня швидкої медичної допомоги м. Чернівці;
 г – Тернопільська обласна дитяча клінічна лікарня

Положення нормативних документів інших країн також встановлюють підвищені вимоги до забезпечення сейсмостійкості будівель медичних закладів, Крім того значна увага приділяється збереженню працездатності медичного обладнання, систем електро- та водопостачання, що є особливо важливим при ліквідації наслідків землетрусів. Аналіз існуючого досвіду із забезпечення функціональної придатності медичних закладів при сейсмічних подіях наведено в наступному розділ.

1.3 Аналіз наслідків землетрусів, теоретичних та експериментальних досліджень

В публікації [9] наведено аналіз збитків, завданих лікарні Північного Ломбоку (Індонезія) внаслідок землетрусів 2018 року. Послідовність землетрусів на острові Ломбок у 2018 році почалася 28 липня 2018 року та завершилася 19 серпня 2018 року після 9 землетрусів з магнітудою вище або рівною 5,5.

Будівля лікарні Північного Ломбока зазнала серйозних пошкоджень в результаті землетрусу. Основними пошкодженнями були наступні (рис. 1.4):

- значна частина підвісної стелі обвалилася;
- багато великих тріщин у стінах;
- багато відколів бетонного покриття;
- кілька не несучих стін обрушилися;
- кілька алюмінієвих панелей даху зруйновано.

Лікарня в цілому витримала перший землетрус (28 липня), але більше не працювала після 2-го землетрусу (5 серпня). Проте окремі приміщення були задіяні протягом усієї послідовності землетрусів.



Рисунок 1.4 – Руйнування неармованої кладки із залізобетонним перекриттям: а - другий поверх із залізобетону;

б - стіна з цегли, обрамлена залізобетонними балками

В роботі [10] проаналізовано та узагальнено основні структурні пошкодження та порушення функціональної придатності лікарень невдовзі після послідовності землетрусів 1997 року в Умбрії та Марке (Італія):

1. Пошкодження несучих конструкцій:

- Залізобетонні конструкції:
 - тріщини в з'єднаннях колон з балками та плитами перекриття;
 - невеликі тріщини в стиках, зокрема між новим і старим бетоном;
 - тріщини в підлогах;
- цегляна кладка:
 - Х-подібні тріщини в площині стін;
 - тріщини в зонах обпирання перемичок;
 - початок відокремлення фасаду;
 - повторне розкриття старих тріщин;
 - поздовжні тріщини в арочних сводах;
 - пошкодження вентканалів.

2. Пошкодження не несучих конструкцій:

- часткові обвали перегородок;
- тріщини в перегородках;
- падіння штукатурки;
- руйнування плиток підлоги;
- часткове обвалення стеля

3. Пошкодження обладнання:

- тимчасове припинення опалення, електро- та водопостачання;
- припинення роботи ліфтів;
- незначне пошкодження опор електропередач.

Автори [11] зосередились на аналізі втрати медичної функціональності через пошкодження неструктурних компонентів. Сформульовано наступні основні висновки:

- втрата водо- та електропостачання повністю перериває медичні функції вищого рівня, включаючи хірургічні операції та лікування важких травм;
- падіння стельових панелей, навіть на частковому рівні, унеможливорює хірургічне втручання та лікування важких травм.

В роботі [12] наводиться приклад організації робіт з розробки національного проекту з сейсмічної оцінки та посилення лікарняних будівель,

що запроваджені на Тайвані (Республіка Китай). Як запропоновано, цей проект передбачатиме виконання трьох основних етапів:

- підвищення сейсмостійкості лікарень, включаючи класифікацію будівельних конструкцій та неструктурних компонентів лікарень, а також відповідні цілі відновлення сейсмостійкості;
- розробка рекомендацій щодо сейсмічної оцінки та посилення конструкцій лікарняних будівель;
- розробка рекомендацій щодо сейсмічної оцінки та посилення критичного медичного обладнання та несучих компонентів у лікарнях.

На Тайвані відповідальні лікарні з наданням невідкладної допомоги, а також ті, що мають засоби, необхідні для невідкладної допомоги, визначаються як будівлі сейсмічної категорії I з коефіцієнтом важливості $I=1,5$, а інші лікарні, визначені як будівлі сейсмічної категорії III з коефіцієнтом важливості $I=1,25$. Крім того, лікарні з наданням невідкладної допомоги класифікуються за трьома рівнями: «важкий», «помірний» і «загальний» відповідно до їхніх можливостей для конкретного невідкладного лікування.

Загалом приміщення в лікарні класифікують в залежності від знаходження в них людей та за зонами надання першої медичної допомоги та загальної зони.

Оцінка сейсмостійкості конструкції будівлі, включаючи заходи з її відновлення, повинна проводитися для визначення сил та деформацій, що викликаються в конструктивних елементах будівлі рухами ґрунту відповідно до певних рівнів сейсмічних поштовхів. На основі норм сейсмічного проектування нових будівель на Тайвані можна використовувати або статичний, або динамічний аналіз відповідно до конкретних умов будівлі, зокрема щодо її висоти та регулярності в плані. В цілому, статичний аналіз може застосовуватися до масових будівель, а динамічний аналіз - для висотних та нестандартних будівель зі значним впливом вищих форм коливань та кручення в плані. Застосовуються лінійні та нелінійні методи розрахунку.

Методи підвищення сейсмостійкості конструкцій і елементів класифікують за двома категоріями:

1. підвищення міцності конструкції;
2. покращення здатності до пластичного деформування.

Методи підвищення міцності конструктивних компонентів, запропоновані в цій настанові, зосереджені на традиційних методах підсилення, включаючи додавання залізобетонних стін, що сприймають горизонтальні сейсмічні навантаження, підсилення колон із застосуванням залізобетонних, металевих обойм, обгортання високоміцними композитними матеріалами; підсилення фундаментів та основ.

В якості альтернативи можуть бути використані методи покращення динамічних характеристик конструктивної системи – введення допоміжних елементів та систем розсіювання енергії, сейсмічних ізоляторів тощо.

На стадії попереднього проектування підвищення сейсмостійкості забезпечення міцності конструкції має розглядатися як основний підхід, а покращення пластичних можливостей – як додатковий.

Особливу увагу при цьому приділяють засобам кріплення коштовного медичного обладнання.

Розглянемо декілька прикладів виконання оцінки фактичної сейсмостійкості та заходи з її підвищення будівель медичних установ в різних країнах (Канада, Перу, США, Туреччині).

В роботі [13] наведено результати модернізації 7-поверхової будівлі для невідкладної допомоги пацієнтам площею 15 000 квадратних метрів (більше 100 медичних палат), що має важливе значення для медичної допомоги після землетрусів в регіоні Північного узбережжя Великого Ванкувера (Канада).

Оригінальна будівля була побудована в два етапи між 1958 і 1967 роками. Розмір будівлі становить приблизно 21×81 м; будівля складається з трьох конструктивно незалежних секцій з недостатнім розмірами деформаційних швів між ними.

Існуюча система несучих конструкцій складається із сталевих клепаних балок та колон із напівжорсткими з'єднувальними вузлами; плити перекриття – у вигляді неармованої бетонної плити товщиною 1¾ дюйма (44 мм),

влаштованої над металевим листом товщиною $1\frac{1}{2}$ дюйма (38 мм), що підтримується системою сталевих балок, розташованих з кроком $\sim 1,1$ м. План і характерний розріз будівлі показані на рисунку 1.5.

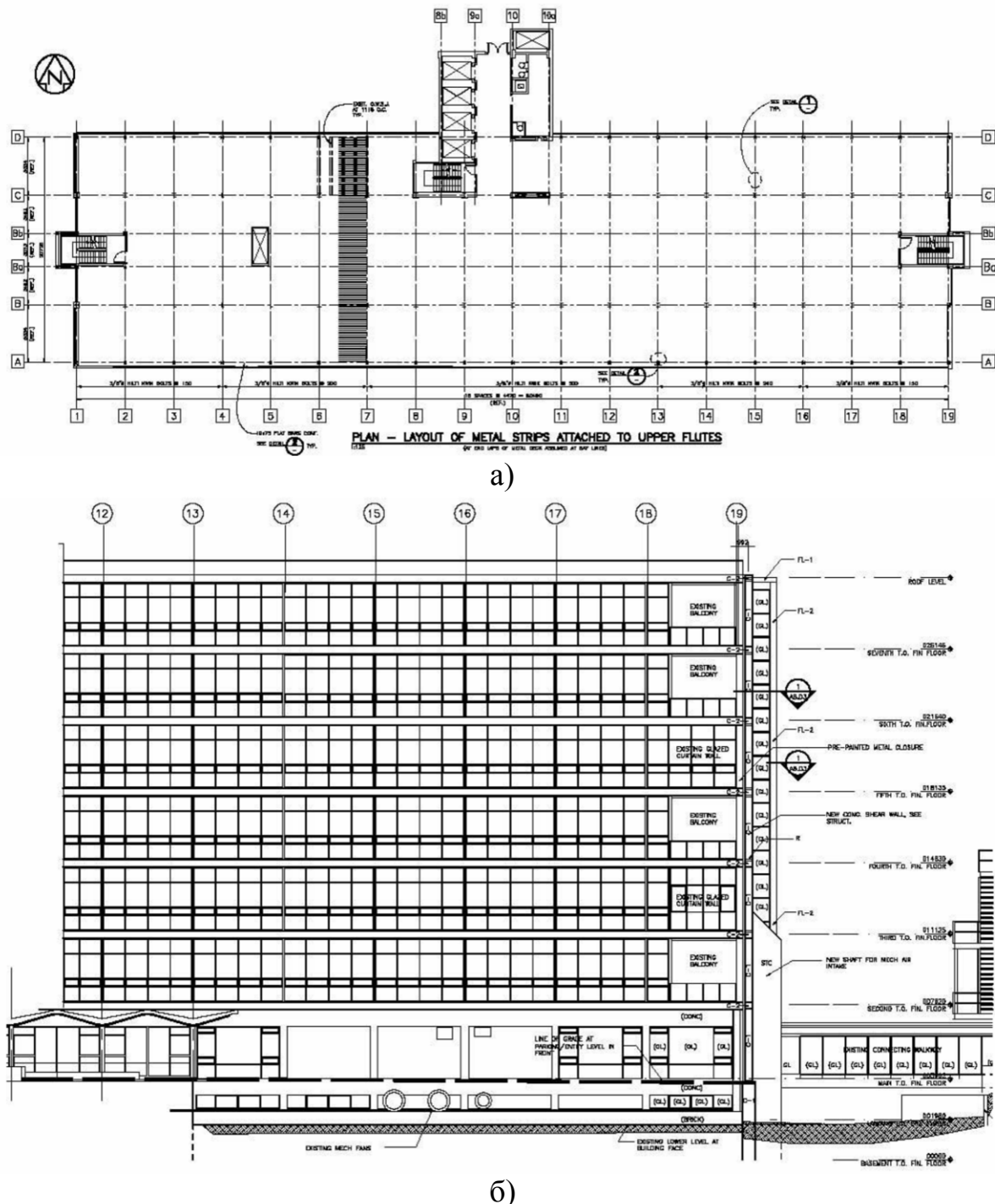


Рисунок 1.5 – План (а) та поздовжній розріз (б) будівлі лікарні Лайонс Гейт у м. Ванкувер (Канада)

Було виконано обстеження технічного стану та перевірни розрахунки конструкцій за методом скінчених елементів (МСЕ) у програмному комплексі (ПК) SAP2000. Результати досліджень засвідчили недостатню сейсмостійкість

конструкцій, що не відповідали вимогам оновленого будівельного коду Канади NBCC, 1995.

У проєкті підвищення сейсмостійкості розглядалися два основні варіанти:

1. використання традиційних конструктивних підходів, розташованих ззовні існуючих конструкцій, посилення всіх діафрагм та узлів з'єднання конструкцій;
2. застосування в'язких демпферів, що розташовуються між колонами будівлі.

Витрати на обидва варіанти були майже однаковими, проте зрештою було обрано традиційні підходи, оскільки вони менше впливали на медичний процес, не перериваючи його на тривалий час. Рішення з модернізації складалося з додавання зовнішніх пластичних стін, що працюють на зсув на кожному кінці будівлі у напрямку цифрових осей, зовнішніх пластичних сталевих рам зі зв'язками в ортогональному напрямку, а також унікальної модернізації плит перекриття з використанням сталевих пластин, що клеїлися до існуючого металевого настилу. Для сприймання перекидного моменту застосовані буронабивні палі.

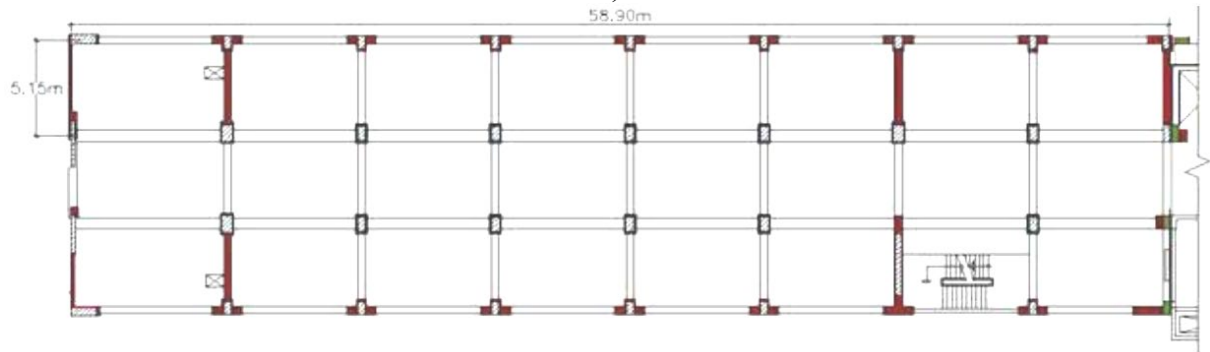
Досвід відновлення сейсмостійкості будівлі Національна лікарні «Карлос Альберто Сегін Ескобедо» міста Арекіпа (Перу) висвітлено в статті [14].

Семиповерхова будівля була спроектована за схемою рамно-в'язевого каркасу без урахування вимог норм сейсмостійкого будівництва (рис. 1.6, а).

Сейсмічна модернізація полягала у створенні поздовжніх жорстких і пластичних каркасів за рахунок підсилення колон і балок. У поперечному напрямку були включені деякі бетонні стіни. Підсилені елементи, заштриховані червоним кольором на рисунку 1.6, б.



а)



б)

Рисунок 1.6 – Загальний вигляд (а) та заходи із забезпечення сейсмостійкості (б) будівлі лікарні «Карлос Альберто Сегін Ескобедо» (Перу)

В таблиці 1.1 наведено порівняння результатів перевірних розрахунків будівлі до і після підсилення конструкцій.

Таблиця 1.1 - Результати перевірних розрахунків будівлі

Показник	Поздовжній напрямок		Поперечний напрямок	
	До підсилення	Після підсилення	До підсилення	Після підсилення
Основний період коливань, с	1,2	0,4	1,5	0,8
Переміщення верху, см	18	8	22	13
Максимальний перекис поверху, %	1,0	0,5	1,2	0,65

Аналіз даних наведених в таблиці 1.1, свідчить про те, що основні періоди коливань в обох напрямках зменшились у 2-3 рази; переміщення верху будівлі та перекося поверхів до 2 разів.

Для того щоб забезпечити вільні коливання конструкцій довелося збільшити ширину деформаційного шва між іншими секціями з 50 мм до 150 мм. Це було виконано шляхом демонтажу старих та встановлення нових колон одного з бічних фасадів.

За результатами виконаних робіт були сформовані деякі загальні висновки:

- землетруси 2001 року в Перу не призвели до суттєвих пошкоджень будівель, що були спроектовані відповідно до сучасних сейсмічних норм;
- загальна стратегія підвищення сейсмостійкості полягала у збільшенні загальний опору будівель та зменшенні горизонтальних переміщень;
- на обсяги та можливі заходи з підвищення сейсмостійкості суттєвий вплив мають фінансові обмеження, особливо в країнах із економікою, що розвивається.

Приклад іншої стратегії забезпечення сейсмостійкості будівель медичних закладів наведено в публікації [15]. Медичний комплекс в Ерзурум (Туреччина), розрахований на 1500 ліжок, складається з 7 будівель і вважається найбільшою у світі лікарнею із сейсмоізоляцією (рис. 1.7). Відповідно до проекту передбачено використання 1268 гумово-металевих блоків діаметром 500 мм.

В статті [15] наведено результати перевірних розрахунків будівлі блоку В, в якому розміщені пологове та серцево-судинне відділення. 13-типоверхова

каркасна будівля напівкруглої форми у плані загальною висотою 56,90 м; типова висота поверхів становить 4,80 м і 4,00 м. Система сейсмоізоляції складається з 198 ізоляторів, розміщених в рівні фундаменту на позн. -9,60 м.



Рисунок 1.7 – Загальний вигляд будівель медичного комплексу в Ерзурумі (Туреччина)

Розрахункова схема будівлі наведена на рисунку 1.8.

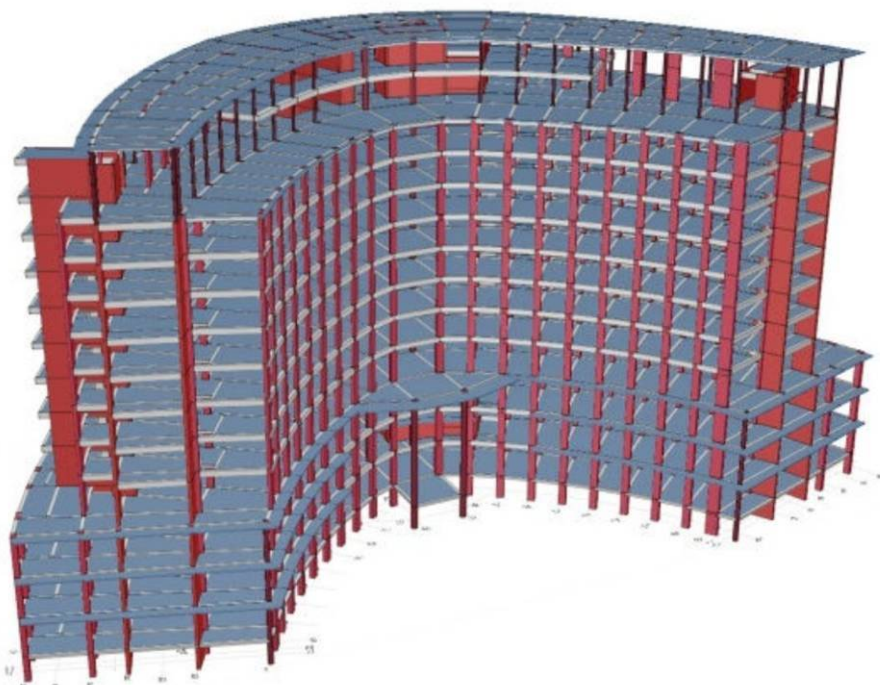


Рисунок 1.8 – Скінченноелементна розрахункова модель будівлі блоку В медичного комплексу

Ефективність системи сейсмоізоляції обґрунтована на основі порівняння результатів перевірних розрахунків будівлі для двох варіантів: звичайної та із застосуванням сейсмоізоляції (рис. 1.9).

Аналіз наведених даних свідчить про суттєве зменшення поперечних сил по висоті будівлі (до 3 разів) та перекосів поверхів (до 5 разів) при використанні сейсмоізоляції. Відношення періодів коливань конструкцій ізольованої будівлі до неізольованої складає $T_F/T_{Is}=2,99/1,08=2,77$.

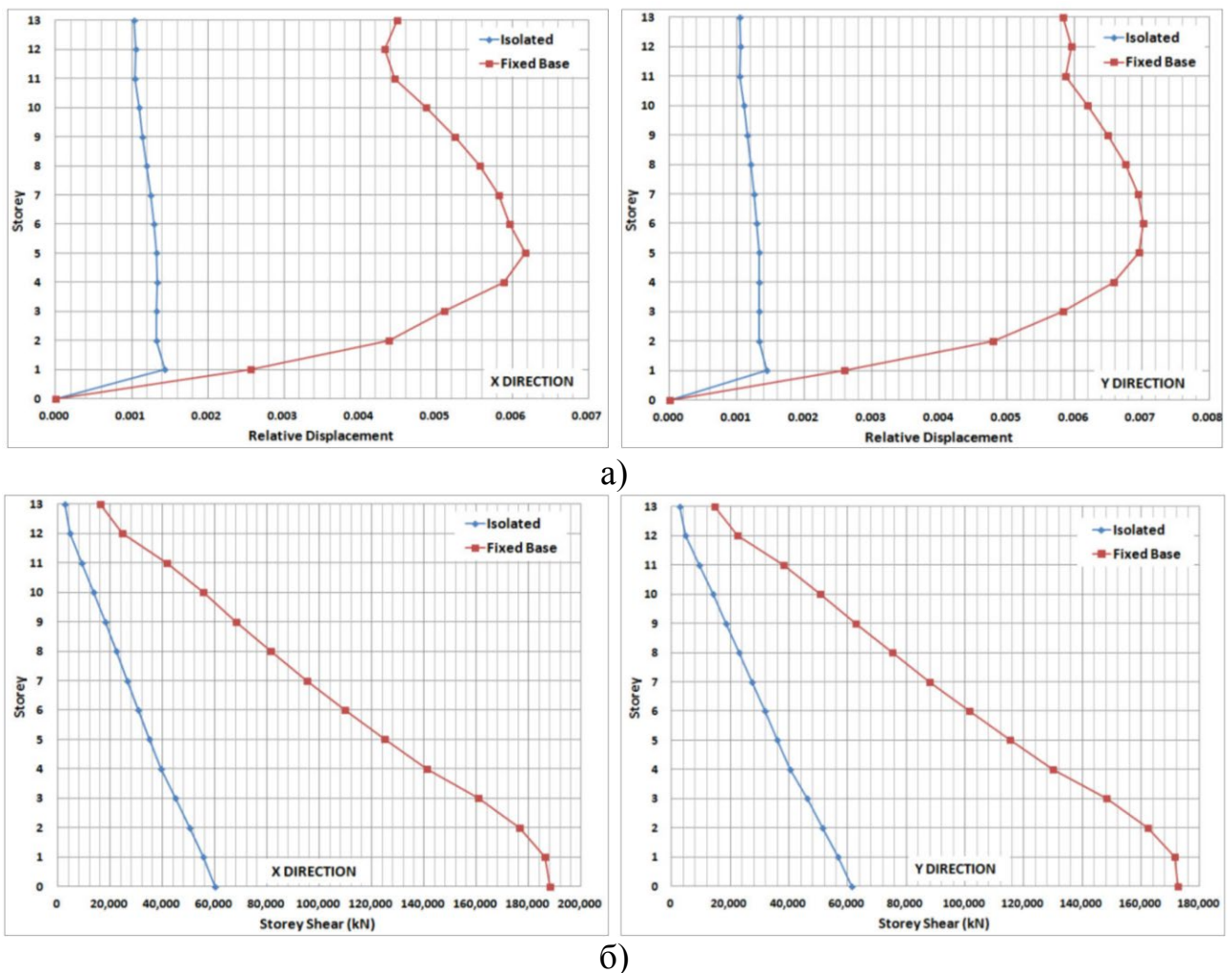


Рисунок 1.9 – Порівняння результатів розрахунків конструкцій будівлі блоку Б при проектному сейсмічному впливі $A_0=0.3g$ (червона крива – варіант без сейсмізоляції; синя крива – сейсмоізольована будівля):
а – перекоси поверхів; б – поперечні сили в рівнях поверхів

Таким чином, у загальному вигляді процедура оцінки та підвищення сейсмостійкості включає:

- детальні обстеження існуючих будівельних конструкцій;
- визначення сейсмічного впливу відповідно до сейсмічності району розміщення;
- виконання перевірних розрахунків конструкцій з урахуванням сейсмічного впливу визначеного рівня;
- визначення елементів, що мають бути підсилені для забезпечення необхідної сейсмостійкості;
- виконання робочих креслень проекту реконструкції;
- повторні перевірки розрахунки модернізованих конструкцій будівлі (з урахуванням заходів з реконструкції).

1.4 Обстеження конструкцій будівель і споруд

Метою виконання обстеження технічного стану будівель і споруд є своєчасне виявлення та оцінювання дефектів і пошкоджень конструкцій, що можуть зменшити їх сейсмостійкість.

Обстеження технічного стану будівель і споруд здійснюють згідно із загальними вимогами, що наведені в наступних нормативних документах:

- ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016 Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану [16];
- ДСТУ Б В.2.6-210:2016 Оцінка технічного стану сталевих будівельних конструкцій, що експлуатуються [17];
- ДСТУ-Н Б В.1.2-17:2016 Настанова щодо науково-технічного моніторингу будівель і споруд [18].

До складу обстеження технічного стану будівель і споруд, у загальному, включають [17]:

- аналіз архітектурно-планувальних і конструктивних рішень, їх відповідності діючим нормам та умовам використання;
- дослідження інженерно-геологічних та гідрологічних умов майданчика;

- візуальне обстеження основ, фундаментів, несучих та огорожувальних конструкцій з фіксацією наявних дефектів та пошкоджень, причин їх виникнення;
- обміри окремих конструкцій та об'єкта в цілому;
- інструментальні дослідження та випробування конструкцій (визначення геометричних параметрів, планово-висотного положення елементів, фізико-механічних властивостей матеріалів, міцності, випробування конструкцій пробними навантаженнями);
- обстеження захисту конструкцій від корозії, природних та технологічних впливів;
- огляди інженерних систем, що мають вплив на технічний стан конструкцій (наприклад, вводи та випуски мереж водопостачання, каналізації);
- вибіркове розкриття елементів та вузлів, відбір зразків матеріалів тощо;
- уточнення конструктивних схем, схем діючих навантажень;
- виконання перевірних розрахунків з урахуванням фактичних даних про властивості матеріалів, наявних дефектів та пошкоджень, інших факторів, що впливають на результати розрахунків;
- нагляд за динамікою розвитку тріщин та деформацій в конструкціях через встановлення маяків та проведення інших заходів;
- узагальнення та аналіз отриманих даних.

Результатом обстеження є оцінка технічного стану об'єкту із визначенням категорій технічного стану конструкцій (*«нормальний», «задовільний», «непридатний до нормальної експлуатації», «аварійний»*), передбачених нормами [16, 17], надання рекомендацій щодо подальшої експлуатації об'єкта і підготовка конструктивних рішень з підсилення та захисту конструкцій (за необхідності).

Оцінка технічного стану будівель і споруд у сейсмічних районах ґрунтується на тих самих підходах, окрім того, що для формування висновку

щодо сейсмостійкості необхідно додатково уточнити параметри сейсмічного впливу (на основі нормативних вимог чи спеціальних сейсмологічних досліджень) та динамічні характеристики будівель з використанням методів вібродіагностики.

В якості прикладу можна привести результати моніторингу технічного стану конструкцій багатоповислової будівлі в м. Одеса, наведені в статті [19]. В рамках науково-технічного супроводу об'єкту (рис. 1.10) авторами виконано комплекс робіт, що передбачав візуальні обстеження, геодезичний контроль планово-висотного положення конструкцій; вібродинамічні випробування з метою контролю динамічних характеристик будівлі; визначення фактичних характеристик матеріалів методами неруйнівного контролю; перевірні розрахунки.

Як впливає з аналізу наведеної публікації, оцінка сейсмостійкості будівель і споруд відбувається протягом тривалого періоду із застосуванням різноманітних засобів, якими оснащені спеціалізовані науково-дослідні установи. В той же час існує потреба в оцінці фактичної сейсмостійкості значної кількості будівель і споруд, зокрема об'єктів соціальної сфери.

Прикладом масового обстеження будівель і споруд з метою оцінки їх сейсмостійкості є реалізації урядової програми Республіки Казахстан, результати якої наведені в публікації [20].

У 2017 році було проведено обстеження 7027 об'єктів нерухомості у м. Алмати, у тому числі 6493 багатоквартирних житлових будинків та 534 соціальних об'єктів (шкіл, дитячих садків, лікарень, поліклінік).

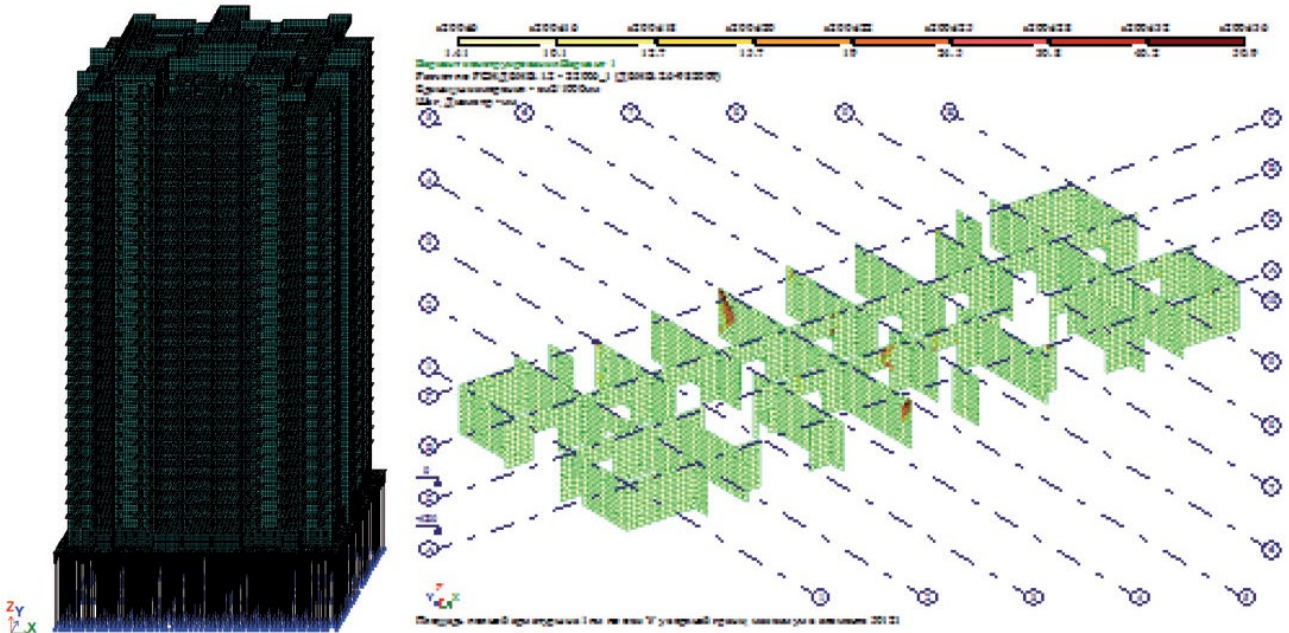
За результатами виконаних робіт з паспортизації об'єктів було виявлено, що із загальної кількості обстежених будівель сейсмостійкими є: школи – 190 із 323 (58,9%), дитячі садки – 129 із 246 (52,5%), лікарні – 76 із 191 (39,8%), поліклініки – 69 із 89 (77,6%), багатоквартирні житлові будинки – 4147 із 6490 (62,5%). За будівельним обсягом (загальною площею) сейсмостійкими є будинки 73,6% шкіл, 62,1% дитячих садків, 77,6% лікарень, 91,5% поліклінік, 82,1% багатоквартирних житлових будинків.



а)



б)



в)

Рисунок 1.10 – Дослідження висотної будівлі в м. Одеса [19]:
 а – загальний вигляд будівлі при завершенні будівництва;
 б – дослідження суцільності бетону в зоні примикання вертикальної і горизонтальної конструкцій; в - тривимірна комп'ютерна модель та результати розрахунку армування діафрагми товщиною 500 мм на позн. -4,200

У 2018 році було проведено обстеження 3169 об'єктів житлово-цивільного призначення м. Алмати, у тому числі 1683 багатоквартирних житлових будинків, 1486 цивільних та громадських будівель (адміністративні будівлі, торгові центри, спортивні споруди, будівлі шкільних та дошкільних установ, будівлі відпочинку та туризму, поліклініки). Із загальної кількості обстежених будівель сейсмостійкими є: школи – 80 із 96 (83,4%), дитячі садки – 84 із 104 (80,8%), медичні, оздоровчі заклади – 267 із 365 (73,2%), міцні будівлі (Багатофункціональні, адміністративні, торговельні розважальні центри, магазини, спортивні та ін.) - 778 з 922 (84,4%), багатоквартирні житлові будинки - 1662 з 1683 (98,8%). За будівельним обсягом (загальною площею) сейсмостійкими є будівлі 81,5% дитячих садків, 91,2% шкіл, інших будівель (багатофункціональні, адміністративні, торгові розважальні центри, магазини, спортивні та ін.), 99,6% багатоквартирних житлових будинків.

Результати паспортизації дозволили виявити сейсмонебезпечні будинки, призначити першочергові об'єкти щодо їх сейсмопідсилення або знесення, визначити обсяги витрат на посилення сейсмонебезпечних будівель та зносу старого житла.

В Україні оцінка сейсмостійкості методами паспортизації регламентована державними будівельними нормами [3], проте методика її проведення відсутня. Крім того, в сучасних умовах практично неможливо виконати дослідження сейсмостійкості будівель і споруд навіть в скорочених обсягах, зосередившись на першочергових об'єктах – критичної інфраструктури, транспортних, енергетичних, медичних. В цих умовах у нагоді можуть стати спрощені методи оцінки фактичної сейсмостійкості на основі закордонних підходів, що об'єднані під загальною назвою - *«rapid visual screening»* тобто «швидке візуальне оцінювання».

Застосування методів візуального оцінювання сейсмостійкості (ВОС) передбачено нормативними документами різних країн, зокрема в США, Японії, Швейцарії, Новій Зеландії, Індії, Туреччині та інших. Аналізу існуючих методів ШВО та розробці вітчизняної методики присвячено роботи [21, 22].

ВОС – це система оцінювання, в основі якої лежить висновок експерта на основі візуального обстеження об'єкта та заповнення на його підставі спеціальної форми, що складається протягом короткого проміжку часу (згідно з методикою Швейцарії не більше 4-х годин на об'єкт).

Процедура вимагає попереднього обстеження будівель з метою оцінювання наступних аспектів: рік будівництва, кількість поверхів, конструктивна схема, наявність/відсутність гнучких поверхів, коротких колон тощо. Потім будівлям призначаються класи так званої «сейсмічної вразливості» - починаючи від будівель, що при сейсмічній події можуть отримати значні пошкодження (висока вразливість), та закінчуючи будинками, які вважаються безпечними (низька вразливість).

Сейсмостійкість об'єкта оцінюється у формі своєрідного рейтингу в залежності від ряду критеріїв. Критерії оцінювання базуються на трьох типах критеріїв: кількісних, якісних і комплексних.

Кількісні критерії дозволяють представити сейсмостійкість будівлі у вигляді чисельного рейтингу. Якісні критерії розглядають сейсмостійкість через відповідність будівлі положенням нормативних документів. Комплексний підхід поєднує в собі, як кількісні, так і якісні критерії.

Авторами [22] розроблено вітчизняну трирівневу систему оцінювання фактичної сейсмостійкості (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2 - Зведена таблиця критеріїв для системи оцінювання фактичної сейсмостійкості [22]

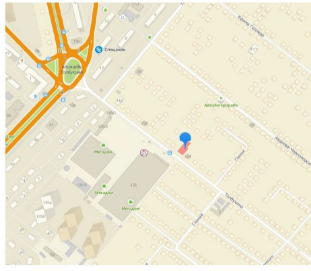
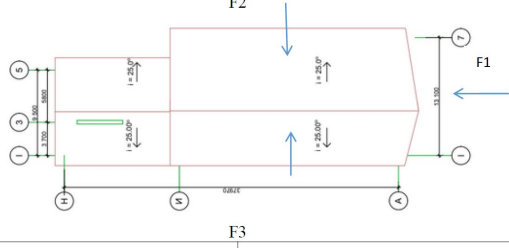
Рівні ОФС	1-ий рівень	2-ий рівень	3-ий рівень
Критерій	Якісні критерії	Комплексна система критеріїв, що включає в себе якісні та кількісні критерії	Настання / ненастання обвалення, в разі ненастання - максимальне непружне переміщення, що виникне при землетрусі
Метод оцінювання	Експертний (за результатами заповнення форми після обстеження)	Чисельний (розрахунки за спектральним методом); експериментальний	Чисельний (розрахунки за прямим динамічним методом з урахуванням нелінійності), експериментальний

Першим рівнем є візуальна оцінка будівлі; другий і третій рівні – формування остаточного висновку щодо сейсмостійкості та більш детальний аналіз у вигляді методів нелінійного розрахунку в поєднанні з результатами інженерно-сейсмометричного моніторингу. Для першого рівня системи оцінки фактичної сейсмостійкості сформовано перелік критичних критеріїв, які є вирішальними в оцінці сейсмостійкості, та запропоновано форму, приклад кої наведено на рисунку 1.11).

За результатами оцінки визначено, що об'єкт є потенційно не сейсмостійким і потребує чисельного аналізу на другому рівні трирівневої системи оцінки фактичної сейсмостійкості.

За результатами чисельних розрахунків має бути сформовано заключний висновок щодо сейсмостійкості будівлі та надано конкретні рекомендації щодо обсягів та методів підсилення конструкцій.

(Characteristic view, form a general idea of the object)		Address – 126, Tolbukhin str. , Number of floors – 3 Building area, m ² – 1200 Erection year – 2014 Purpose – Residential The cost of the object according to DSTU 8855: 2019 (in minimum wages) – 734 The class of consequences [3] – CC2 Seismicity of the site – 7 Category of soils by seismic properties – II Other
		Expert (Full Name of Qualification Certificate): OV Murashko, AE 005333
Number of people staying at the property		
Constantly	Periodically	Outside
<50 50-400 >400	<100 100-1000 >1000	<100 100-50K >50K
Is the object of cultural heritage NO		
Critical criterion		
1. Location in areas of possible manifestation of tectonic faults on the surface	2. Areas of possible passage of mudflows and avalanches	
3. With steepness of slopes over 15°	4. Scree, landslides, landslides	
5. Tsunami danger area	6. Category IV soils by seismic properties	
7. Karst, suffusion, mining	8. The presence of a nearby object that may collide	
9. The presence of structural elements in a state of disrepair	10. The presence of irregularities in the plan	X
11. The presence of irregularity in height	12. Notes:..	
13. Irregularity of wall infill		
13.1. Irregular placement of wall infill within a separate span	13.2. Irregular arrangement of wall infill within separate 2nd and higher floors	X
13.3. Irregular arrangement of wall infill on typical floors	13.4. Irregular arrangement of wall infill within the ground floor	X

13.5. Irregular wall infill leading to the destruction of reinforced concrete frame by the «short-column effect»	13.6. Irregular arrangement of wall infill within a separate first floor, which leads to the destruction of reinforced concrete frame in the type of «flexible floor»	X
Situational plan (scheme)		
		
Form in plan showing the points of fixation		
		
 		
Facade 1		Facade 2

	Facade 4 access to the rear facade was not provided
Facade 3	
Photo fixation of detected critical criteria of the object (if detected)	
Critical criteria no. 10, 11, 13.2, 13.4, 13.6 are visible on facades no. 1 and no. 2	
Expert opinion	
The facility is potentially non-seismic and requires certification (Level 2 SOFS)	

Рисунок 1.11 – Приклад заповненої форми першого рівня системи візуального оцінювання сейсмостійкості відповідно до [22]

1.5 Методи підсилення конструкцій

Найбільш розповсюджені (традиційні) методи підсилення конструкцій, що виконуються з метою підвищення їх сейсмостійкості наведені відповідно до [23-25].

1.5.1 Підсилення стін та простінків профільованим настилом

Використання сталевого профільованого настилу використовується для підсилення зовнішніх стін з цегли або з дрібних штучних кам'яних блоків. Профільований настил виконує роль незнімної опалубки та зовнішнього армування. Залежно від результатів розрахунку на сейсмічні навантаження, профнастил встановлюється або по поверхні всіх стін, або лише на окремих простінках (рис. 1.12).

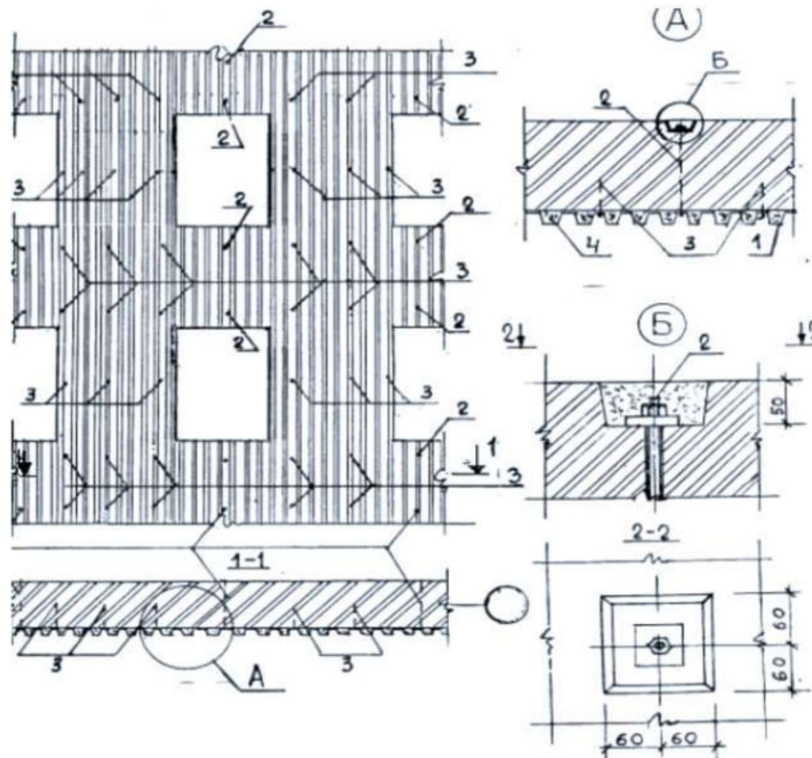


Рисунок 1.12 - Підсилення стін профнастилом:

1 – профнастил; 2 – стяжні болти; 3 – анкери;

4 – дрібнозернистий бетон або розчин

Кріплення настилу до стін здійснюють стяжними болтами, що пропускаються крізь отвори в кладці та анкерами. Діаметр болтів приймають не менше ніж 10 мм, анкерів - не менше ніж 8 мм. При влаштуванні суцільного настилу настил закріплюють над і під віконними прорізами та в межах дверних

прорізів. Крок анкерів призначають залежно від типу настилу (товщини, розмірів та конфігурації профілю), але не більше ніж 500-700 мм в обох напрямках. При посиленні простінків настил закріплюють по всій висоті будівлі анкерами діаметром не менше ніж 8 мм із кроком в обох напрямках не більше ніж 500 мм. Довжину анкерів приймають у межах 170-200 мм. В обох випадках для встановлення анкерів отвори в кладці виконують діаметром меншим ніж діаметра анкерів та під кутом 30-45 ° до поверхні стін. Анкері з головками вбивають у отвори насухо. Настил притискають щільно до кладки. Проміжки між стіною та профнастилом заповнюють дрібнозернистим бетоном класу не менше С10/15 або розчином марки не нижче 100.

1.5.2 Підсилення стін та простінків двосторонніми залізобетонними «сорочками»

Підсилення стінок рекомендується проводити односторонніми або двосторонніми залізобетонними або розчинними армованими «сорочками», що виконуються методом торкретування. Торкретування по сітці дозволяє підвищити несущую здатність та жорсткість до розрахункового рівня сейсмосабезпеченості споруди як несучих конструкцій, так і будівлі загалом (рис. 1.13).

Сітки підсилення, встановлені з обох боків стіни, з'єднуються один з одним за допомогою поперечних зв'язкових стрижнів, що проходять крізь просвердлені в стінах отвори.

Для армування використовують зварну арматурну сітку з арматурних стрижнів діаметром не менше ніж 5,5 мм, з чарункою не більше ніж 100×100 мм. Сітку закріплюють на стінах наскрізними болтами діаметром не менше ніж 10 мм з кроком в обох напрямках 1200-1500 мм в залежності від розмірів простінків, кутових ділянок стін та наявності отворів.

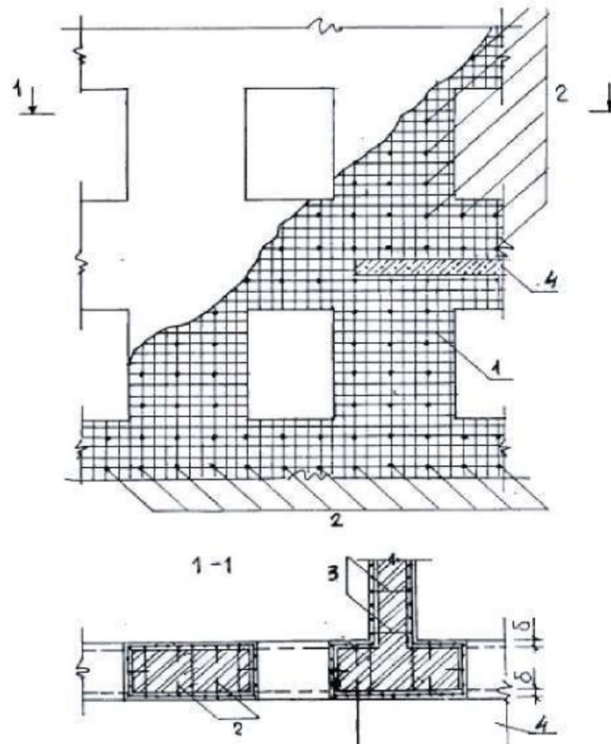


Рисунок 1.13 - Підсилення стін суцільними двосторонніми залізобетонними «сорочками»: 1 – арматурна сітка; 2 – анкери; 3 – наскрізні болти; 4 -

Додатково сітки закріплюють анкерами діаметром не менше ніж 8 мм з кроком не менше 300 мм в обох напрямках. Для забезпечення сумісної роботи шарів підсилення та існуючої кладки анкера вводять під кутом 30-45 °, для чого діаметр отворів приймають менше діаметра анкерів.

Перед підсиленням кладку очищують від штукатурки. Отвори із встановленими в них поперечними стрижнями необхідно ретельно зачеканити розчином марки не нижче ніж 50.

Для анкерів довжиною 170-200 мм переважно використовують арматуру періодичного профілю. Між кладкою та сіткою забезпечують зазор не менше ніж 10 мм. Товщину шарів залізобетону призначають за розрахунком, але не менше 50 мм. Клас бетону за міцністю призначають не менше ніж C10/15. На віконних простінках «сорочки» влаштовують по всіх чотирьох боках.

1.5.3 Підсилення простінків металевими обоймами

Металеві обойми виконують з кутової та круглої сталі. Вертикальні кутики встановлюють на розчині по кутах отворів і притискають до кладки струбцинами, після чого приварюють горизонтальними пластинами (рис. 1.14).

Обойми виконують з металевих кутиків, що встановлюють по кутах простінка. Переріз та крок горизонтальних пластин визначають розрахунком, але приймають не менше ніж 50x5 мм та 400 мм відповідно. Для обтиснення кладки металеві пластини попередньо нагрівають до температури 100-120°C.

При ширині простінка 1,2 - 1,5 м пластини з'єднують між собою через кладку болтами діаметром щонайменше 10 мм. При ширині простінка 2,5 - 3,5 м кількість стяжних болтів приймають не менше трьох.

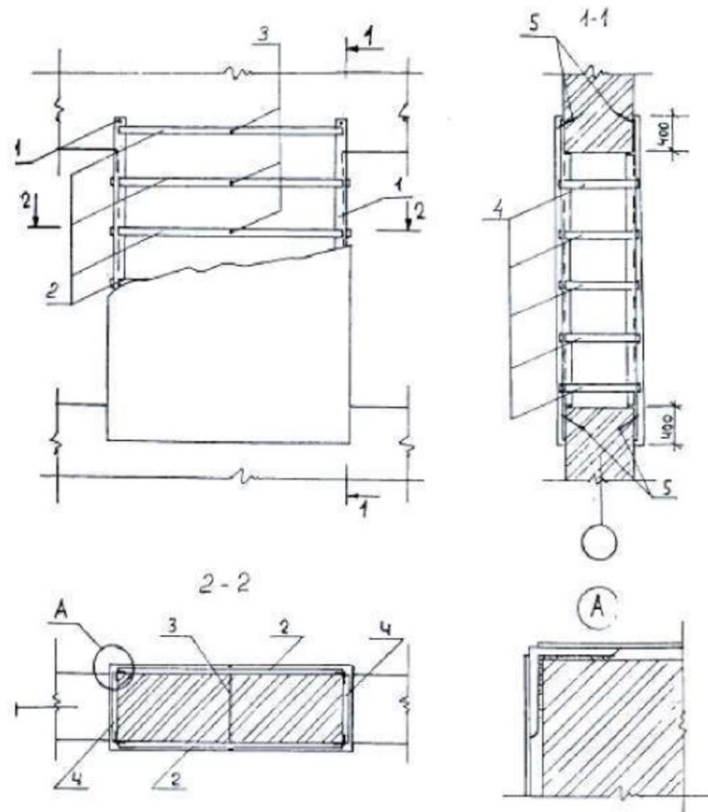


Рисунок 1.14 - Підсилення колон та простінків металевими обоймами:
1 – кутики; 2, 4 – пластини; 3 - стяжні болти

При підсиленні простінків можливо влаштування обойм, що поєднують у собі жорсткі кутові елементи та плоскі зварні арматурні сітки. Вертикальні елементи обойм слід надійно закріплювати в основі до плит перекриття або до конструкцій, розташованих нижче.

1.5.4 Перетворення цегляної перегородки у діафрагму жорсткості

З обох сторін перегородки завтовшки в 1/2 цегли в місцях її примикання до стін на всю висоту будівлі встановлюють металеві кутики з пропуском крізь

перекриття та кріпленням анкерами до стін з кроком по висоті 600-700 мм (рис. 1.15).

Кутики пропускають до верху фундаментних плит і анкерами приєднують до фундаменту. Анкера діаметром не менше ніж 10 мм і довжиною 150-170 мм вбивають у кладку стін та фундаментів насухо під кутом 45° , для чого діаметр отворів приймають менше діаметра анкерів.

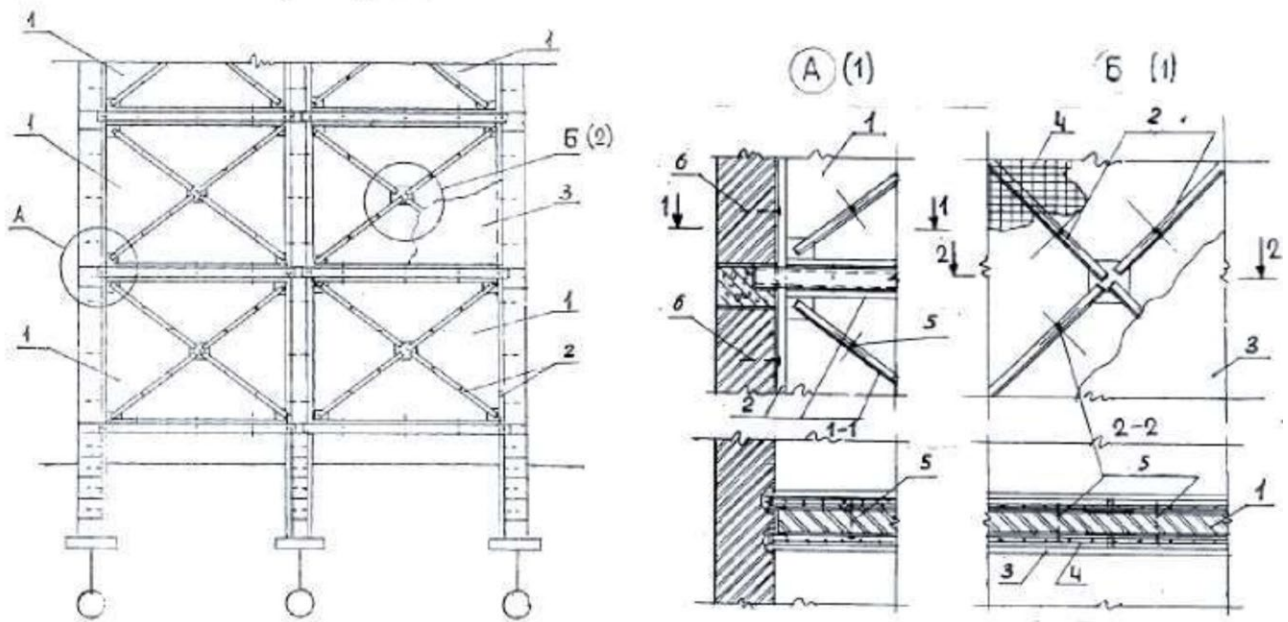


Рисунок 1.15 - Перетворення цегляної перегородки у діафрагму жорсткості:

1 – цегляна кладка (стінове заповнення); 2 – металеві зв'язки з кутиків; 3 – монолітний бетон; 4 – армуючі сітка; 5 – стяжні болти; 6 – анкери

У зонах примикання перегородок до плит перекриття з обох сторін розміщують металеві кутики однакового зі стійками розмірами профілю та по шару розчину марки не нижче ніж 50 притискають до перекриттів наскрізними болтами діаметром не менше ніж 8 мм. Крок болтів приймають близько 1000 мм. Перехресні діагональні зв'язки кутиків приєднують на зварюванні до контурних металевих елементів та до перегородок стяжними болтами діаметром не менше ніж 8 мм. Перегородку замоноличують бетоном по сітці. Клас бетону та характеристики сітки призначають за розрахунку.

1.5.5 Сучасні методи забезпечення сейсмостійкості

Традиційні методи підсилення, наведені вище, мають високу ефективність та надійність, проте їх недоліками є значна трудомісткість при влаштуванні,

суттєва втрата площин приміщень та необхідність припинення роботи закладів на досить тривалий час.

Вказані недоліки можливо уникнути шляхом застосування сучасних методів підсилення, серед яких слід відмітити наступні:

- підсилення залізобетонних колон, стін композитними матеріалами (рис. 1.16), що забезпечують сейсмостійкість конструкцій подекуди вищу за залізобетонні «сорочки» та металеві обойми, проте практично не збільшують перерізи конструкцій та суттєво зменшують час влаштування [26];
- підведення зовнішніх конструкцій, що сприйматимуть горизонтальні сейсмічні навантаження (рис. 1.17); так звана технологія «екзоскелета» дозволяє виконувати підсилення конструкцій ззовні без зупинки роботи закладів [27];



а)



б)

Рисунок 1.16 – Зразки композитного матеріалу FRP (а) – високоміцної тканини зі скла або вуглецевого волокна, що приклеюється до бетонної поверхні конструкції (б) за допомогою епоксидного клею



Рисунок 1.17 – Приклад підвищення сейсмостійкості конструкцій із застосуванням додаткових (підведених) конструкцій за технологією «екзоскелета» [26]

Найбільш ефективним методом забезпечення сейсмостійкості будівель є використання систем сейсмічного захисту та сейсмоізоляції (рис. 1.18). Проте їх складність та технологія влаштування передбачає суттєві витрати, має виконуватись з повною зупинкою роботи закладу. Тому застосування сейсмічної ізоляції слід передбачати ще на етапі проектування нових об'єктів та використовувати у районах із високою сейсмічністю (8-9 балів), де її застосування буде найбільш економічно виправданим.



а)



б)

Рисунок 1.18 – Підвищення сейсмостійкості конструкцій із застосуванням систем сейсмічного захисту:

- а – активних із використанням засобів управління сейсмічною реакцією;
- б – пасивних із використанням сейсмічної ізоляції в рівні фундаменту

1.6 Висновки за розділом

Забезпечення сейсмостійкості об'єктів соціальної інфраструктури (шкіл, дитячих садків, лікарень, поліклінік) є важливою задачею, враховуючи суттєву вразливість вказаних будівель і споруд - через велику кількість осіб, що можуть перебувати в них під час землетрусів, та необхідність збереження функціональної придатності медичних закладів при ліквідації наслідків руйнівних землетрусів.

Підхід до аналізу фактичної сейсмостійкості медичних закладів та її підвищення (за необхідності) має деякі особливості, через те що в них об'єднані складні конструктивні системи та неконструктивні елементи (коштовне медичне обладнання, інженерні системи тощо).

Зважаючи на велику кількість закладів, що знаходяться в сейсмічно небезпечних районах, оцінку фактичної сейсмостійкості будівель і споруд варто виконувати із застосуванням методів прискореного візуального обстеження, за результатами якого визначається необхідність детальних обстежень, перевірних розрахунків та розробки методів підсилення конструкцій.

Заходи із підсилення мають виконуватись у доволі стиснуті терміни, щоб зменшити час припинення роботи закладів. При цьому перевагу слід надавати технологіям, що не зменшують корисні площі приміщень, не супроводжуються підвищеним шумом та вібрацією.

Вибір способів та технологій підвищення сейсмостійкості має ґрунтуватися не тільки на результатах розрахунку міцності та надійності конструкцій, але й на результатах економічного обґрунтування, що особливо важливо для країн з економіками, що розвиваються.

2. ВИЗНАЧЕННЯ МЕТИ ТА ЗАВДАНЬ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Загальні положення

На основі аналізу сучасного стану теорії та практики, наведеного в розділі 1, запропоновано напрямок, основні етапи та послідовність теоретичних досліджень, які наведені на рисунку 2.1 у вигляді блок-схеми.

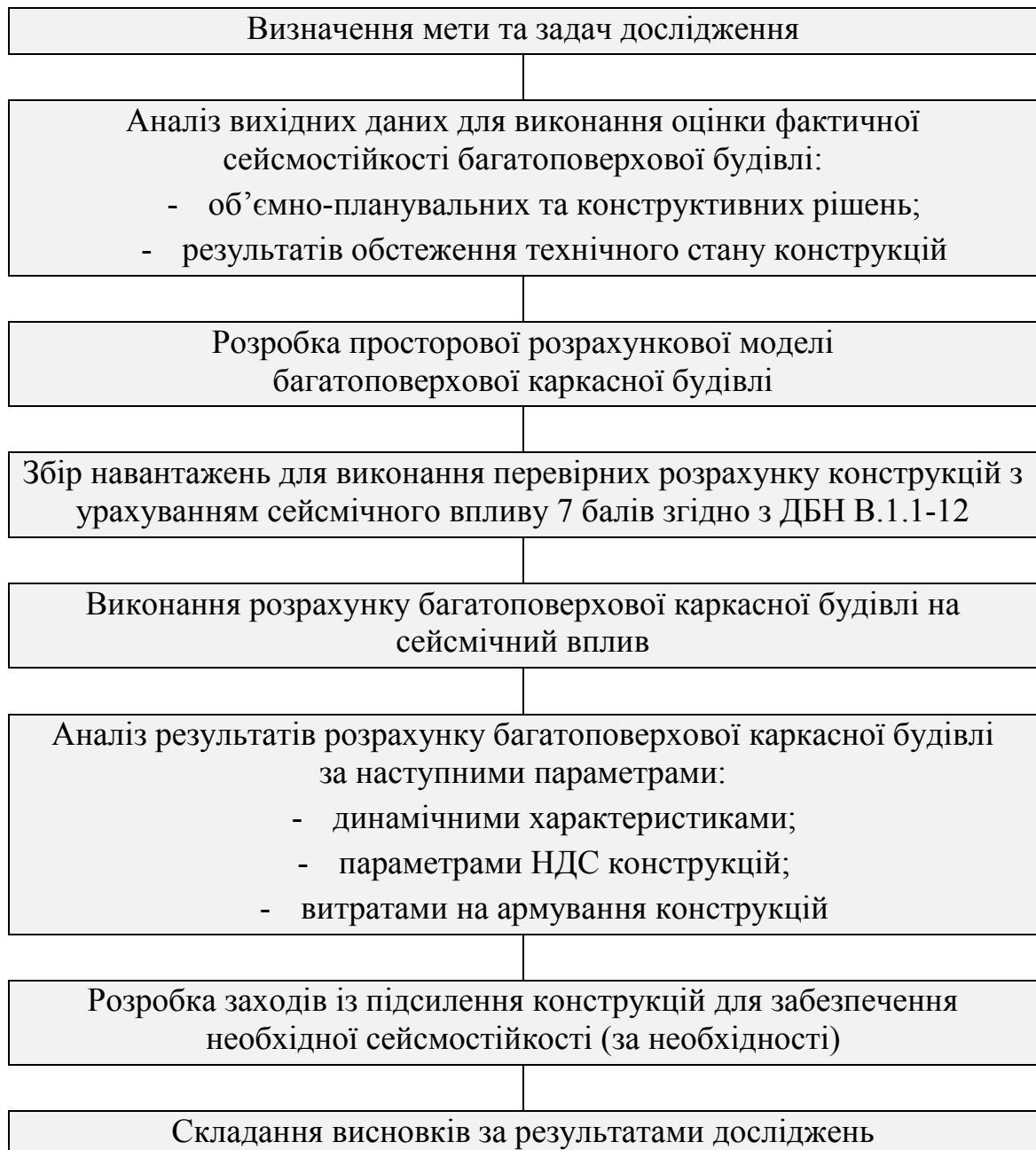


Рисунок 2.1 – Блок-схема основних етапів дослідження

Нижче наводиться обґрунтування напрямку, мети та задач дослідження, застосовані методи та засоби вирішення задач.

2.2 Визначення мети та задач дослідження

Метою досліджень є аналіз та вивчення методів оцінки фактичної сейсмостійкості будівель і споруд, сучасних методів розрахунку будівельних конструкцій на сейсмічні впливи у складі сейсмічних розрахункових ситуацій, засобів підсилення конструкцій для забезпечення необхідної сейсмостійкості.

Задачі досліджень:

- аналіз вимог нормативних документів, вітчизняних та закордонних публікацій щодо методів оцінки фактичної сейсмостійкості будівель і споруд на прикладі об'єктів соціальної сфери – медичних закладів;
- аналіз результатів обстеження технічного стану конструкцій об'єкта незавершеного будівництва – будівлі медичного закладу у сейсмічному районі України;
- розробка просторової розрахункової моделі багатоповерхової каркасної залізобетонної будівлі з використанням ПК «ЛІРА САПР» [28];
- збір навантажень для розрахунку моделі будівлі з урахуванням сейсмічного впливу;
- моделювання сейсмічного впливу 7 балів за спектральним методом ДБН В.1.1-12 [3];
- виконання розрахунку розробленої моделі будівлі в умовах сейсмічної розрахункової ситуації;
- аналіз результатів розрахунку будівлі за:
 - періодами та формами коливань;
 - сейсмічними навантаженнями на конструктивні елементи;
 - параметрами НДС конструктивних елементів;
 - параметрами армування конструктивних елементів.
- формування висновків за результатами досліджень;
- розробка заходів з підсилення конструкцій.

Об'єктом досліджень є 7-ми поверхова адміністративна будівля за схемою монолітного залізобетонного безрігельного каркасу, запроектована у сейсмічному районі України з інтенсивністю сейсмічних впливів 7 балів.

Предметом дослідження є результати обстеження технічного стану конструкцій, параметри напружено-деформованого стану (НДС) конструкцій багатоповерхової будівлі, визначені за результатами розрахунку в умовах сейсмічної розрахункової ситуації.

Методи дослідження.

Для вирішення поставлених завдань будуть використані наступні методи досліджень:

- аналіз результатів обстеження технічного стану конструкцій об'єкта незавершеного будівництва;
- розрахункові дослідження параметрів НДС будівельних конструкцій з урахуванням сейсмічного впливу на основі просторової комп'ютерної моделі багатоповерхової залізобетонної каркасної будівлі;
- аналіз результатів розрахунку динамічної реакції та НДС, параметрів розрахункового армування конструкцій у порівнянні із фактичними;
- розробка конструкторсько-технологічної документації для 7-ми поверхової залізобетонної каркасної будівлі, запроектованої у сейсмічному районі України з інтенсивністю сейсмічних впливів 7 балів та заходів із підсилення конструкцій (за необхідності).

3. МОДЕЛЮВАННЯ ТА ЧИСЕЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Аналіз вихідних даних для оцінки фактичної сейсмостійкості

3.1.1 Об'ємно-планувальне та конструктивне рішення будівлі

Будівля (рис. 3.1) розміщується в осях 1-5/ А-Л, має прямокутну форму в плані з розмірами в осях – 48,15х17,3 м. За позначку 0,000 прийнята познічка чистої підлоги першого поверху.

Висота цокольного поверху – 4,2 м. Висоти поверхів з першого по сьомий - 3,6 м.

У цокольному поверсі розміщуються приймальне відділення і підсобні приміщення. На 1-6 поверхах розміщуються адміністративні та технічні приміщення, процедурні, палати для хворих. На 7-му поверсі розміщуються машинні приміщення ліфтів і технічні приміщення.

Проектом передбачено влаштування сходових клітин та двох ліфтів в торцях будівлі. Ширина сходових маршів - не менше 1,5 м; сходові площадки розмірами 3,2х1,7 м і 3,2х 1,9 м.

Архітектурно-планувальне рішення будівлі наведено на рис. 3.1 - 3.9.

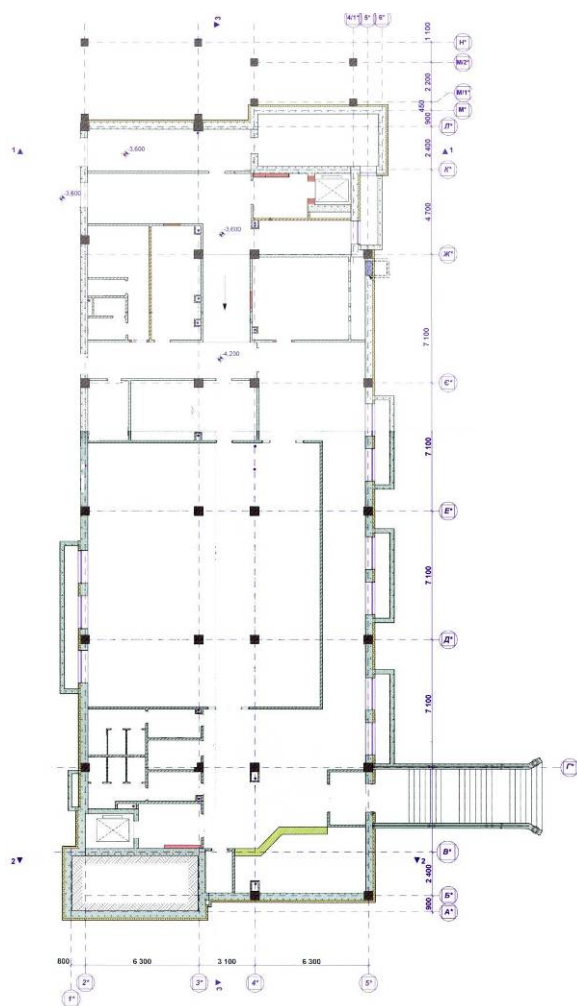


Рисунок 3.1 – План підвального поверху на позн. -3,600

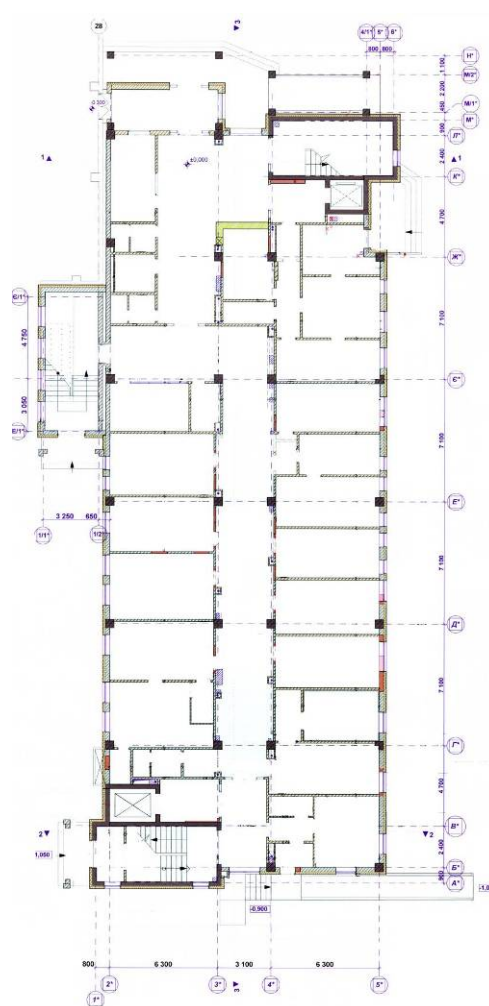


Рисунок 3.2 – План першого поверху на позн. 0,000

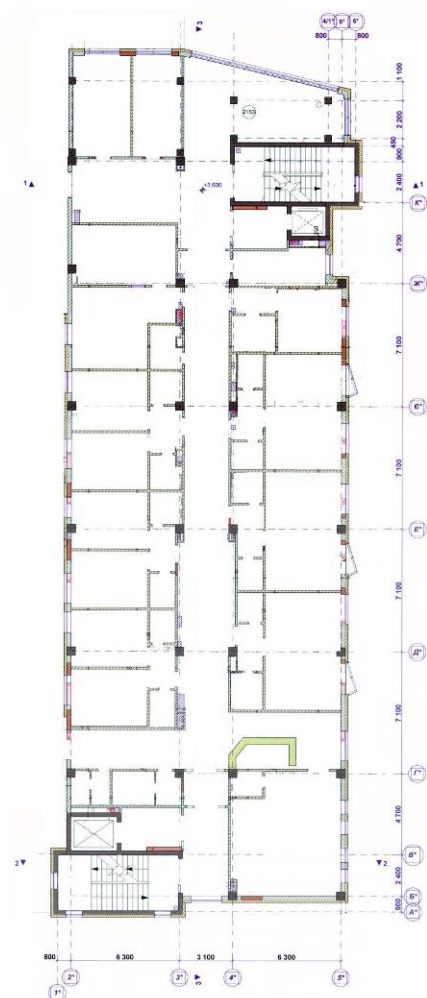


Рисунок 3.3 - План второго поверху на позн. +3,600

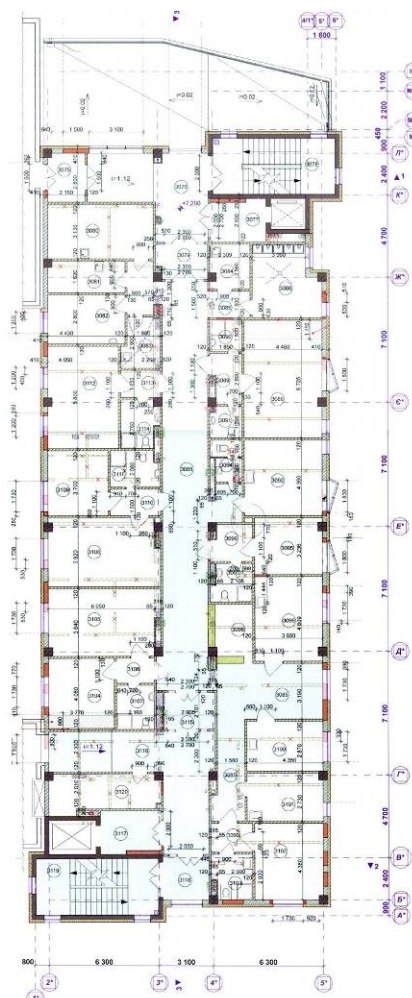


Рисунок 3.4 - План типового поверху на позн. +7,200; +10,800; +14,400

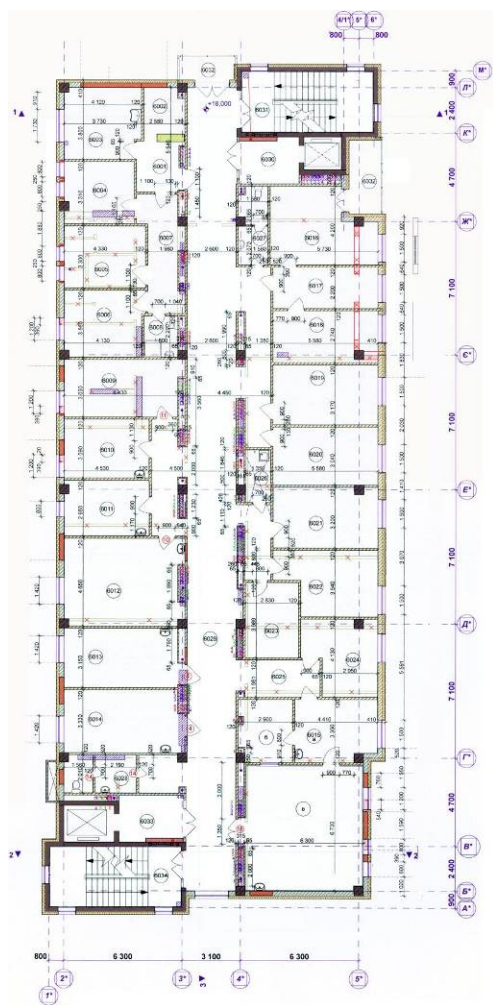


Рисунок 3.5 - План шостого поверху
на позн. +18,000

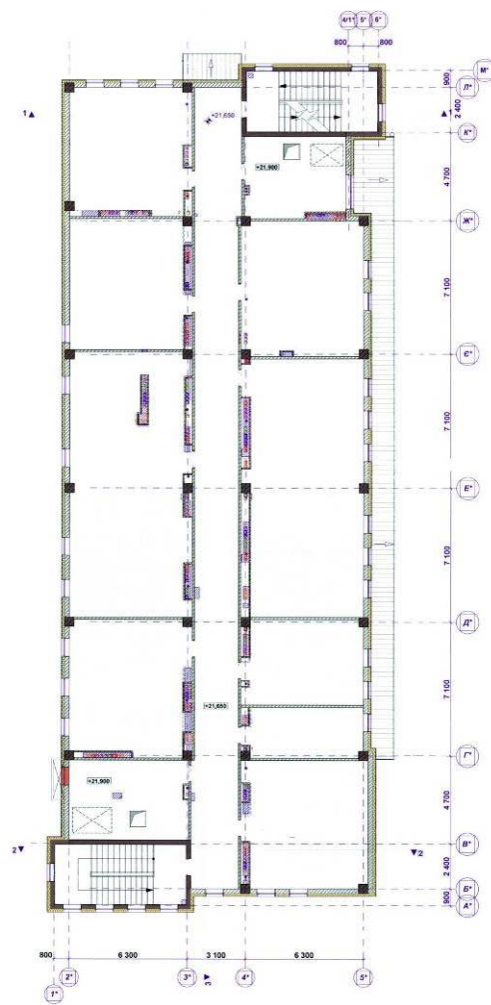


Рисунок 3.6 - План сьомого поверху
на позн. +21,650

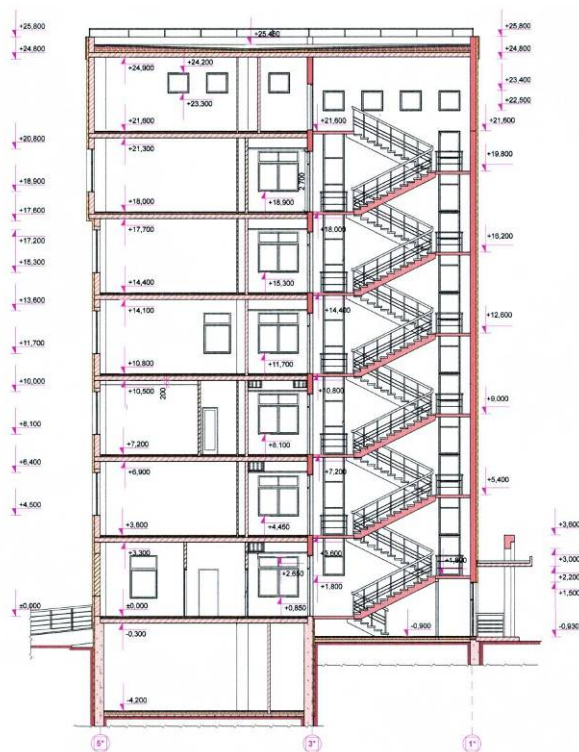


Рисунок 3.7 – Розріз 2-2



Рисунок 3.8 – Розріз 3-3

Конструктивна схема будівлі – монолітний залізобетонний безрігельний каркас.

Фундаменти будівлі влаштовано на природній основі в різних рівнях (рис. 3.9). Фундаменти під колони - монолітні стовпчасті з бетону класу C16/20, фундаменти під стіни підвалу - стрічкові з бетону класу C12/15 з робочою арматурою класу A400C згідно з ДСТУ3760-2006.

Вертикальними несучими конструкціями є монолітні залізобетонні колони, перетином 500x500 мм і 400x400 мм і ядра жорсткості - стіни сходових клітин і ліфтових шахт товщиною 250 мм (рис. 3.10). Колони і ядра жорсткості запроектовані з бетону класу C25/30 з поздовжньою арматурою класу A400C і поперечної A240C згідно з ДСТУ 3760:2006.

Стіни підвалу запроектовані з бетонних блоків товщиною 400 мм, кл. бетону C25/30.

Горизонтальні несучі конструкції – без капітельні міжповерхові перекриття і покриття монолітні залізобетонні товщиною 200 мм, запроектовані з бетону класу C20/25 з поздовжньою арматурою класу A400C і поперечної A240C згідно з ДСТУ 3760:2006.

З'єднання перекриттів з вертикальними несучими елементами - жорстке.

Сходи і сходові площадки - із збірного залізобетону класу C20/25.

Самонесучі зовнішні стіни - з керамічної цегляної кладки, товщиною 250 мм з утеплювачем з мінераловатних плит товщиною 150 мм (30 кг/м^3) і штукатурним фасадом. Перегородки товщиною 120 мм виконані з цегляної кладки щільністю 1800 кг/м^3 .

Покрівля поєднана по монолітному залізобетонному покриттю товщиною 200 мм.

Клас наслідків (відповідальності) будівлі - CC2, категорія відповідальності конструкцій – А [29].

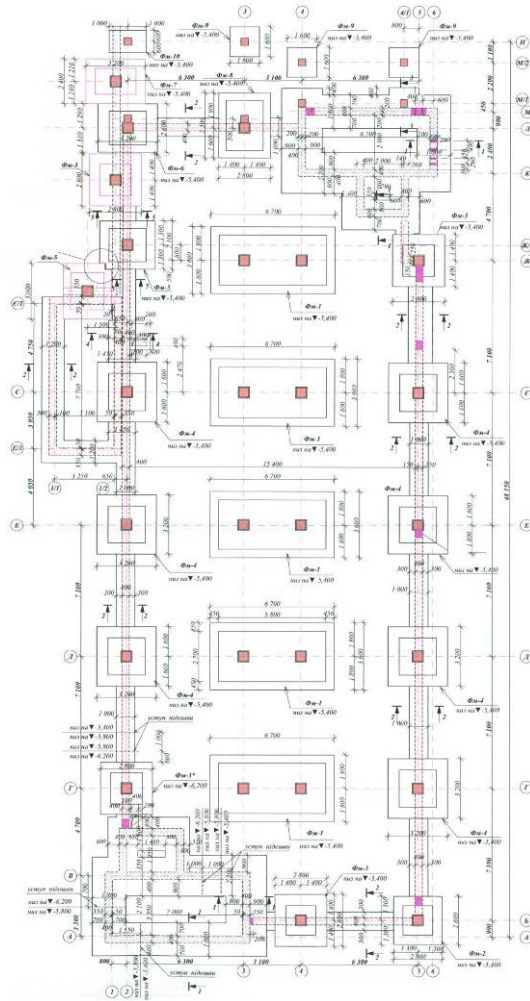


Рисунок 3.9 – Схема розміщення елементів фундаментів будівлі

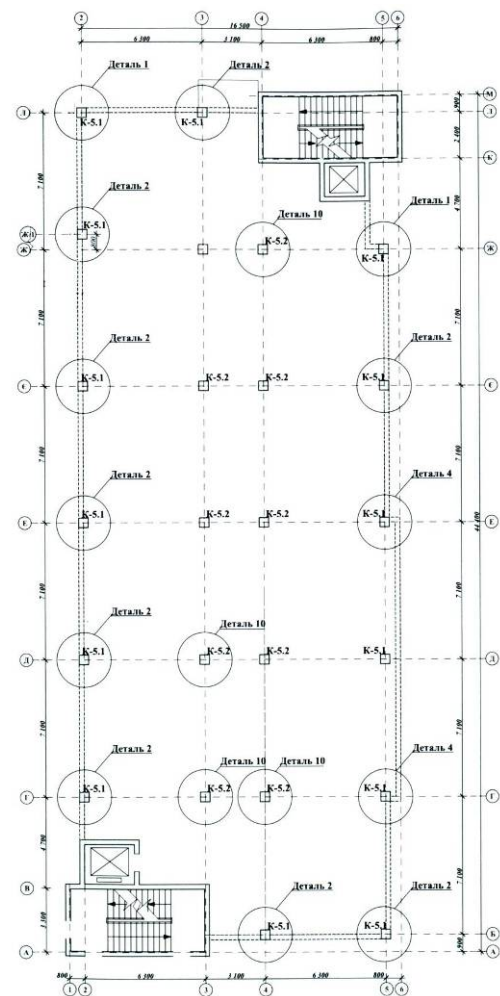


Рисунок 3.10 – Схема розміщення вертикальних несучих елементів будівлі

3.1.2 Результати обстеження технічного стану конструкцій

Візуальне обстеження будівельних конструкцій будівлі центру виконано відповідно до вимог ДСТУ-Н Б В.1.2-18 [16] шляхом проведення технічного огляду будівельних конструкцій.

Основна мета виконання робіт з обстеження стану будівельних конструкцій будівлі полягала в отриманні даних про фактичний стан несучих будівельних конструкцій в обсязі, достатньому для:

- створення розрахункової моделі будівлі;
- виконання перевірних розрахунків конструкцій будівлі;
- розробки рекомендацій з подальшої експлуатації будівлі;

- складання переліку заходів щодо підсилення конструкцій будівлі (за необхідності).

Відповідно до вимог [16] технічний стан конструкцій і елементів будівлі оцінювався відповідно до номенклатури можливих технічних станів елементів і конструкцій.

При проведенні візуального обстеження виконано оцінку відповідності конструкцій, що обстежуються і умов їх експлуатації вимогам проектної та нормативної документації, а також оцінка їх технічного стану за зовнішніми ознаками.

Обсяги обстеження конструкцій наступні:

Залізобетонні конструкції (ЗБК):

- фундамент - в осях 1-5 / А-В;
- колони, стіни сходово-ліфтових блоків, перекриттів, покриття.

Кам'яні конструкції - стіни підвалу, 1-7 поверхів і технічного поверху.

В ході візуального обстеження конструкцій будівлі виконувались наступні процедури:

- вимірювання геометричних розмірів конструкцій, елементів і їх перетинів (для 10% однотипних конструкцій);

- визначення ділянок з механічними пошкодженнями і дефектами;
- визначення стану вузлів сполучення елементів і конструкцій;
- визначення ступеня і характеристик корозії елементів і з'єднань;
- виявлення недоробок, неякісного виконання робіт при будівництві;
- оцінка фактичних умов експлуатації конструкцій, виявлення порушень умов нормальної експлуатації;

порушень умов нормальної експлуатації;

- огляд зовнішньої бетонної поверхні залізобетонних конструкцій на наявність тріщин, ділянок оголення і корозії арматурних стержнів.

За результатами візуального обстеження конструкцій будівлі основними дефектами та пошкодженнями будівельних конструкцій та елементів є наступні:

- похилі, горизонтальні та вертикальні тріщини шириною розкриття 1 мм...20,0 мм на окремих ділянках внутрішніх цегляних стін та перегородках (рис. 3.11);
- відколи та дефекти захисного шару бетону колон та стін (рис. 3.12);
- раковини у захисному шару бетону; пошкодження арматури корозією (рис. 3.13);
- відсутність цементного розчину у швах (рис. 3.14);
- відсутність піддатливого матеріалу заповнення швів між залізобетонними несучими конструкціями (колонами, плитами перекриття) та цегляними стінами (рис. 3.15);
- пошкодження штукатурного покриття стін та перегородок (рис. 3.16);
- відсутність матеріалу гідроізоляції на конструкціях покриття (рис. 3.17);
- замокання конструкцій (рис. 3.18).

Зафіксовані дефекти і пошкодження залізобетонних конструкцій, цегляної кладки зовнішніх і внутрішніх стін не впливають на несучу здатність конструкцій будівлі, проте для підвищення їх довговічності необхідно виконати заходи щодо забезпечення експлуатаційної придатності будівельних конструкцій.



Рисунок 3.11 - Похила тріщина шириною розкриття до 20 мм в цегляній стіні підвального поверху



Рисунок 3.12 - Руйнування захисного шару бетону, корозія арматури



Рисунок 3.13 - Неякісне бетонування колони. Раковини у захисному шару бетону, оголення та корозія арматури



Рисунок 3.14 - Відсутність цементного розчину у швах цегляної кладки, недостатня перев'язка швів



Рисунок 3.15 - Відсутність матеріалу заповнення між конструкціями каркасу та зовнішньою стіною



Рисунок 3.16 - Відсутність штукатурного оздоблення стін



Рисунок 3.17 - Відсутність матеріалу гідроізоляції на покрівлі



Рисунок 3.18 - Замокання конструкцій

3.1.3 Результати інструментальних досліджень

Задачею інструментальних досліджень є визначення фактичної міцності та однорідності бетону та фактичних параметрів армування несучих конструкцій будівлі для отримання вихідних даних для виконання перевірних розрахунків конструкцій.

Дослідження несучих конструкцій будівлі виконано неруйнівними методами:

- міцність бетону визначено ультразвуковим методом у відповідності з ДСТУ Б В.2.7-226 [30]. Метод заснований на залежності між міцністю на

стиск і швидкістю (часом) поширення ультразвукових коливань у бетоні. Міцність бетону визначається за заздалегідь встановленої залежності між цими параметрами.

- параметри армування визначено магнітним методом згідно з ДСТУ Б В.2.6-4-95 [32]. Сутність методу полягає в реєстрації зміни електричних параметрів накладного перетворювача приладу при взаємодії його електромагнітного поля з феромагнітним металом. Ознакою того, що вісь накладного перетворювача збігається з віссю арматурного стрижня, є екстремальне значення інформативного параметра. За цієї умови виконуються вимірювання величини захисного шару бетону і визначаються діаметри стрижнів.

За результатами дослідження несучих конструкцій будівлі отримано:

- параметри фактичної міцності та однорідності бетону в колонах цокольного, другого, третього, четвертого, шостого та сьомого поверхів, а також в плитах перекриттів першого, другого, третього та шостого поверхів;
- визначення фактичних параметрів армування (розташування арматури, величини захисного шару бетону і діаметрів стержнів) в колонах другого поверху, а також основного армування у верхніх зонах плит перекриттів першого другого та шостого поверхів.

За результатами випробовувань неруйнівними методами встановлено наступне:

- фактична міцність бетону в обстежених колонах цокольного, другого, третього та сьомого поверхів бетон відповідає класу міцності C20/25 і задовольняє проектним вимогам;
- міцність бетону в колонах четвертого та шостого поверхів відповідає класу C16/20, що нижче проектного значення (C20/25).
- міцність бетону в плитах перекриття відповідає проектному значенню (C16/20).

- параметри армування (розташування арматури, величини захисного шару бетону і діаметрів стержнів) в обстежених колонах і плитах перекриттів відповідають проектним даним.

Відповідно до результатів інструментальних досліджень при перевірних розрахунках конструкцій на статичні та сейсмічні впливи слід прийняти:

- проектну міцність бетону в плитах перекриттів (C16/20) і в колонах цокольного, першого, другого, третього та сьомого поверхів (C20/25);
- фактичну міцність бетону (C16/20) в колонах четвертого, п'ятого та шостого поверхів будівлі;
- проектне армування для всіх конструкцій.

3.2 Розробка комп'ютерної моделі будівлі

3.2.1 Опис комп'ютерної моделі будівлі

На підставі проектних даних, результатів візуального та інструментального обстеження розроблено тривимірну комп'ютерну модель будівлі (рис. 3.19).

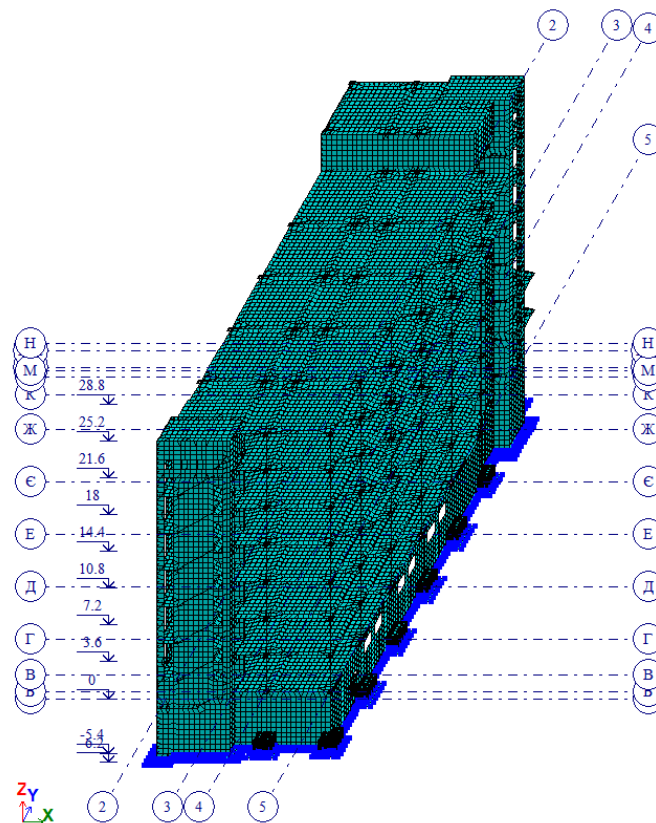


Рисунок 3.19 - Комп'ютерна модель будівлі. Загальний вигляд

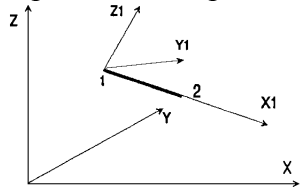
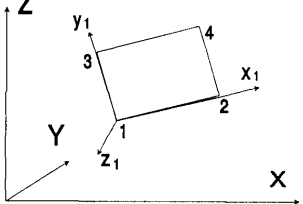
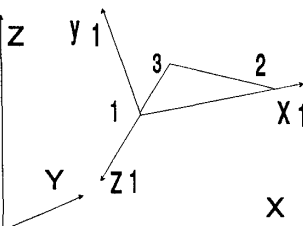
Розрахунки комп'ютерних моделей виконані з використанням програмного комплексу «ЛІРА САПР» [28].

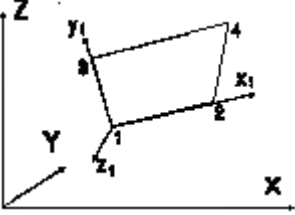
Розрахункова модель будівлі включає підвальний, 7 надземних поверхів та технічний поверх - надбудову.

Розрахункову схему будівлі прийнято у вигляді просторової системи, яка складається із стрижневих скінчених елементів (СЕ), що моделюють роботу колон та оболонкових СЕ, які моделюють роботу перекриттів, ядер жорсткості, сходових маршів та площадок, фундаментів (табл. 3.1, 3.2). Сполучення елементів між собою – жорстке.

Графічне відображення розрахункової схеми на характерних познічках наведено на рис. 3.20 – 3.26.

Таблиця 3.1 - Опис типів скінчених елементів, використаних у комп'ютерній моделі будівлі

№ СЕ	Найменування СЕ	Площина розташування	Ступені свободи	Коментарі
1	2	3	4	5
10	Універсальний стержень 	довільно	X,Y,Z, UX,UY,UZ	1. Використовується для одно-, двух- і тривимірних завдань.
41	Універсальний прямокутний елемент оболонки 	довільно	X,Y,Z UX,UY,UZ	1. Допускається наявність пружної основи. 2. Враховуються властивості матеріалу : - ізотропія; - трансверсальна ізотропія; - ортотропія; - анізотропія
42	Універсальний трикутний елемент оболонки 	довільно	X,Y,Z, UX,UY,UZ	1. Допускається наявність пружної основи. 2. Враховуються властивості матеріалу : - ізотропія; - трансверсальна ізотропія; - ортотропія; - анізотропія

№ СЕ	Найменування СЕ	Площина розташування	Ступені свободи	Коментарі
1	2	3	4	5
44	Універсальний чотирикутний елемент оболонки 	довільно	X,Y,Z UX,UY,UZ	1. Допускається наявність пружної основи. 2. Враховуються властивості матеріалу : - ізотропія; - трансверсальна ізотропія; - ортотропія; - анізотропія

Таблиця 3.2 – Параметри скінчених елементів комп'ютерної моделі будівлі

№ типу жорсткості	Назва елементу	Положення в конструктивній схемі
1	Брус 50х50	Колони в осях 2-6 / А-Л на позн. -3,600 – +10,800 та +25,200
2	Брус 40х40	Колони в осях 2-4/1 / Л-Н
3	Брус 1х1	Фіктивні стрижні для реалізації лінійних навантажень від власної ваги огорожувальних стін та вітрових навантажень
4	Брус 40х40	Монолітний пояс в осях 2-4/1 /Л-Н
5	Брус 60х60	Фіктивні стержні в стовпчастих фундаментах
6	Брус 75х75	
7	Брус 30х30	
8	Брус 20х20	Фіктивні стержні в перекриттях
9	Пластина Н 60	Підошва стовпчастих фундаментів (бетон С16/20)
10	Пластина Н 75	
11	Пластина Н 30	Підошва стовпчастих фундаментів та фундаментів під стіни сходових клітин та ліфтових шахт (бетон С16/20)
12	Пластина Н 40	Стіни підвала (бетон С20/25)
13	Пластина Н 30	Фундаменти під стіни підвалу (бетон С12/15)
14	Пластина Н 20	Плити перекриття, сходові марші і площадки (бетон С20/25)
15	Пластина Н 25	Стіни сходових маршів і площадок (бетон С20/25)
16	Брус 50х50	Колони в осях 2-6 / А-Л на позн. + 14,400 - +21,600 з фактичним значенням міцності
17	Пластина Н 25	Цегляні стіни в осях 2-5/ Ж-М на позн. +25,200

Примітка.

Характеристики матеріалів прийнято відповідно до проектних даних та рекомендацій розділу 3 цього звіту.

Арматура прийнята згідно з ДСТУ3760-2006: робоча - арматурна сталь класа А400С, поперечна - А240С.

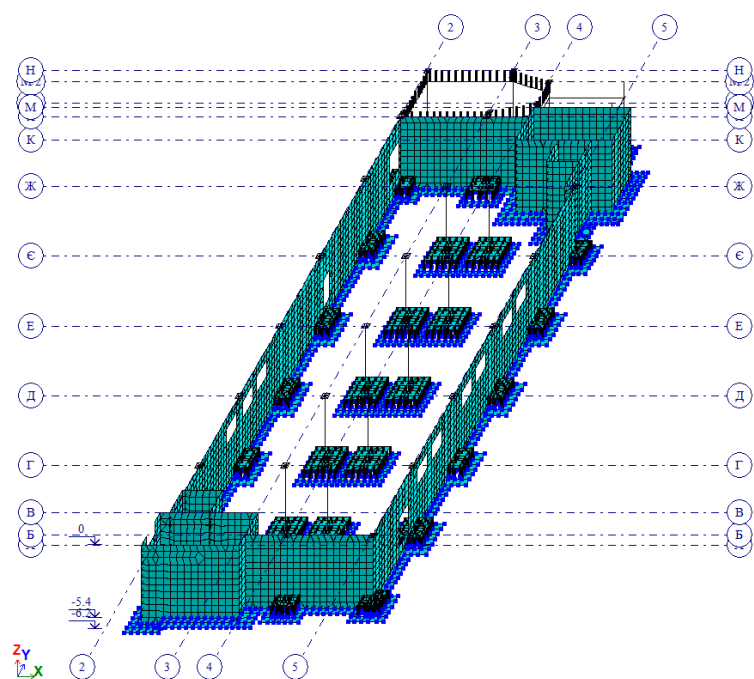


Рисунок 3.20 – Фрагмент розрахункової моделі будівлі.
Фундаменти та підвальный поверх

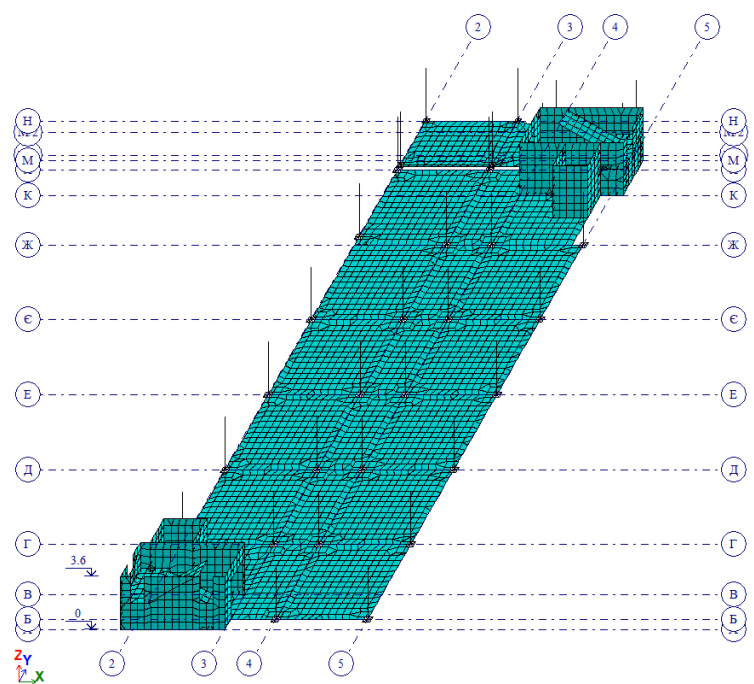


Рисунок 3.21 – Фрагмент розрахункової моделі будівлі. Перший поверх

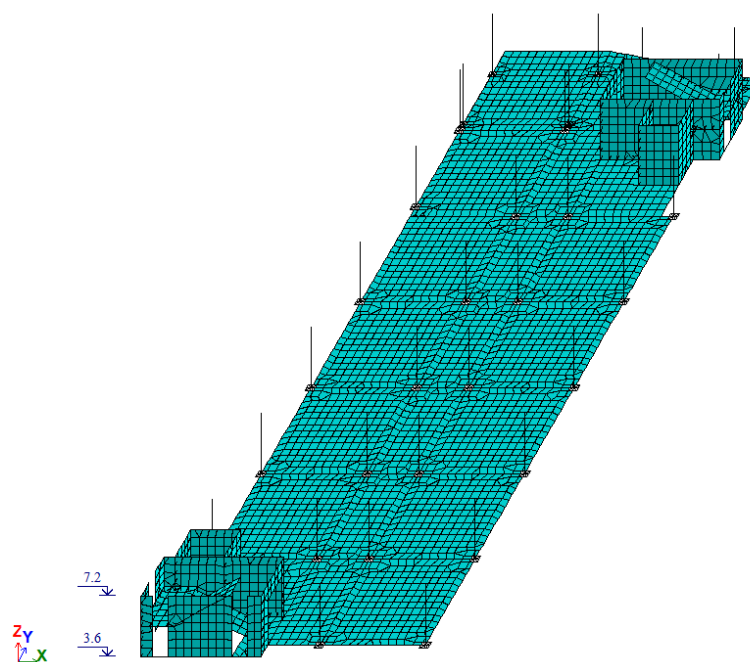


Рисунок 3.22 – Фрагмент розрахункової моделі будівлі. Другий поверх

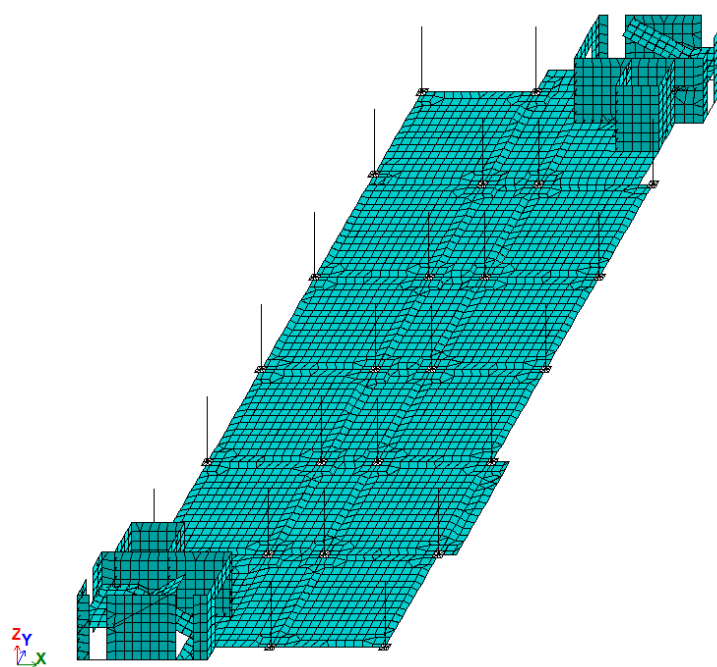


Рисунок 3.23 – Фрагмент розрахункової моделі будівлі.
Типовий (з третього по шостий) поверх

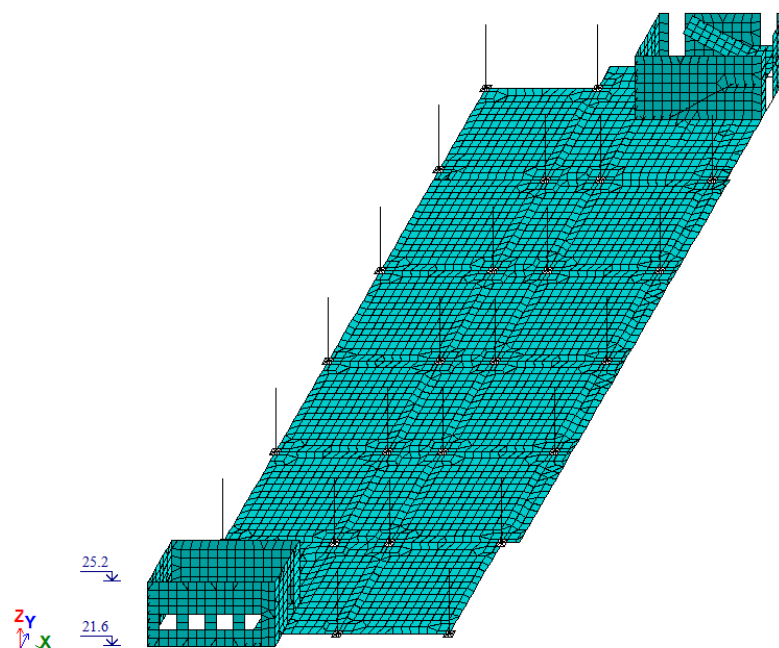


Рисунок 3.24 – Фрагмент розрахункової моделі будівлі. Сьомий поверх

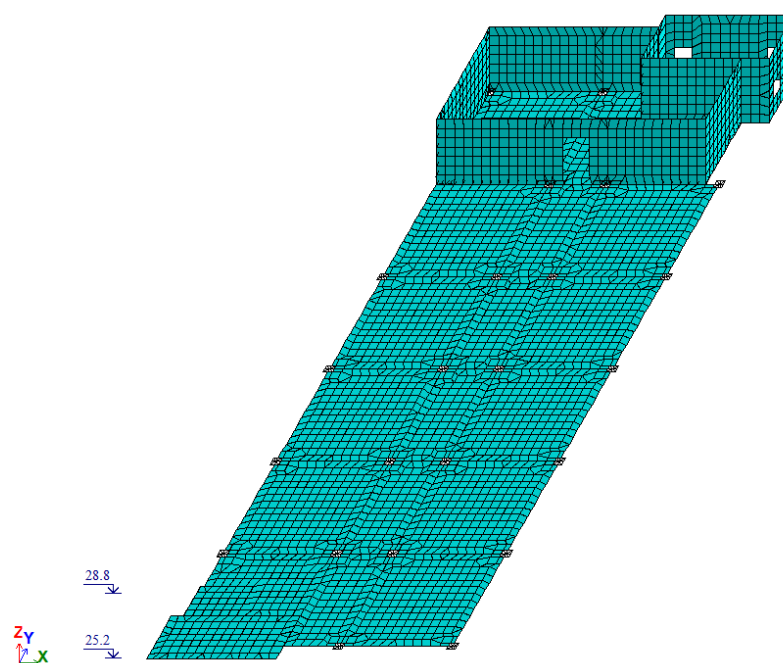


Рисунок 3.25 – Фрагмент розрахункової моделі будівлі. Покриття і надбудова

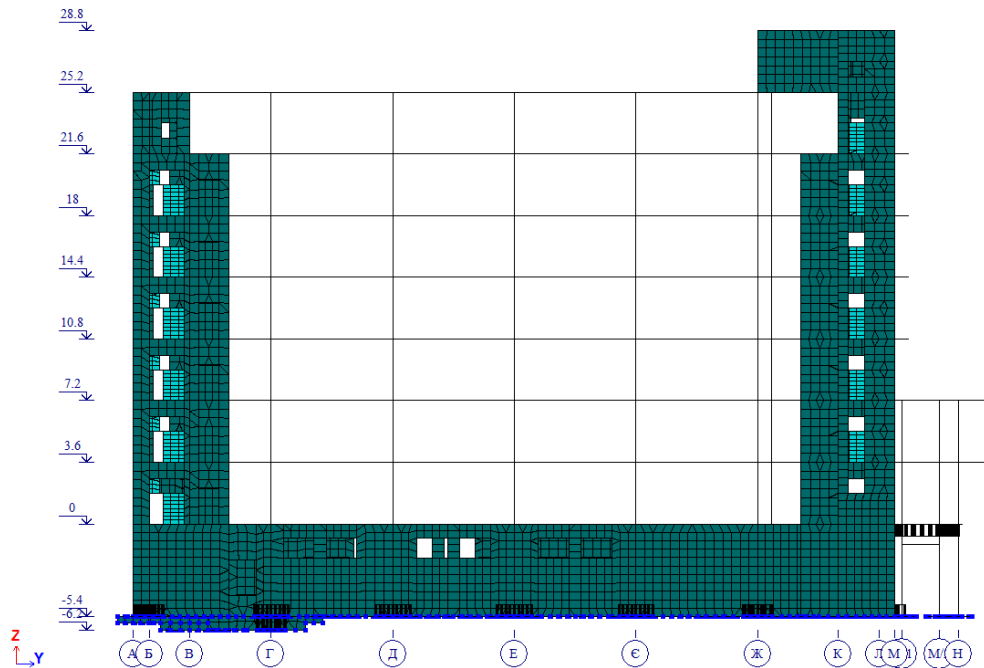


Рисунок 3.26 – Фрагмент розрахункової моделі будівлі. Поздовжній розріз

3.2.2 Навантаження і впливи

При розрахунку враховані наступні навантаження і впливи:

1. Власна вага конструкцій.
2. Постійні і довготривалі розрахункові навантаження - прийняті відповідно до проектних даних.
3. Короточасні:
 - снігове навантаження;
 - вітрове навантаження.
4. Сейсмічний вплив

3.2.2.1 Навантаження на плити перекриття та покриття

Постійні навантаження на плити перекриття та покриття визначені відповідно до проектних даних та наведені в табл. 3.3 та 3.4

Таблиця 3.3 – Навантаження на плити перекриття

№ ч.ч.	Назва	Характеристичне значення, кг/м ²	Коефіцієнт надійності за навантаженням	Розрахункове граничне значення, кг/м ²
1	Плитка керамічна 10мм (2400 кг/м ³)	24	1.2	29
2	Цементно-піщана стяжка, армована сіткою Ø4 мм крок 100х100мм – 40мм	100	1.3	130
3	Утеплювач – мінераловатні плити 50 мм	9.5	1.3	12.3
4	Пароізоляція – полі етил. плівка 0,5 мм	0.5	1.2	0.6
5	Підвісна стеля типу Armstrong	8	1.2	9.6
	Разом:	142		182

Таблиця 3.4 - Навантаження на плити покриття

№ ч.ч.	Назва	Характеристичне значення, кг/м ²	Коефіцієнт надійності за навантаженням	Розрахункове граничне значення, кг/м ²
1	Гідроізоляція – ПВХ мембрана 15 мм	0.8	1.2	0.96
2	Утеплювач – мінераловатні плити 200 мм	38	1.2	46
3	Цементно-піщана стяжка 40 мм	72	1.3	94
4	Керамзитобетон 160 мм	80	1.3	104
5	Пароізоляція	0.1	1.2	0.12
	Разом:	191		245

3.2.2.2 Снігове навантаження

Розрахунок снігового навантаження виконано відповідно розділу 8 ДБН В.1.2-2 [33].

Характеристичне значення снігового навантаження для м. Мукачєво згідно з таблицею Додатку Е становить – 149 кг/м².

Коефіцієнт, що враховує режим експлуатації покрівлі $C_e=1$ (п. 8.9).

Коефіцієнт географічної висоти $C_{alt}=1$ ($H<0,5$ км, п.8.10).

Коефіцієнт $\mu=1$ (для горизонтальних поверхонь, додаток Ж).

Коефіцієнт $C=\mu C_e C_{alt}=1$.

Граничне розрахункове значення снігового навантаження на горизонтальну проекцію покриття:

$$S_m = \gamma_{fm} S_0 C = 1,14 \cdot 149 \cdot 1 = 170 \text{ кг/м}^2,$$

де $\gamma_{fm}=1,14$ при $T=100$ років (таблиця 8.1).

Експлуатаційне розрахункове значення снігового навантаження:

$$S_e = \gamma_{fe} S_0 C = 0,49 \cdot 149 \cdot 1 = 73 \text{ кг/м}^2,$$

де $\gamma_{fe}=0,49$ при $\eta=0,02$ (таблиця 8.2).

3.2.2.3 Вітрове навантаження

Розрахунок вітрового навантаження виконано відповідно розділу 9 ДБН В.1.2-2 [33].

Вихідні дані	
Вітровий район	1
Характеристичне значення вітрового тиску W_0	37 кг/м ²
Тип місцевості	IV – міські території, на яких принаймні 15% поверхні зайнято будівлями, що мають висоту понад 15 м
Тип споруди	Вертикальні поверхні і поверхні, що відхиляються від вертикальних не більше ніж на 15°

Експлуатаційне розрахункове значення вітрового навантаження визначається як:

$$W_e = \gamma_{fe} W_0 C,$$

де $\gamma_{fe} = 0,21$ при $\eta=0,02$ (п. 9.15, таблиця 9.3);

$$C = C_{aer} C_h C_{alt} C_{rel} C_{dir} C_d ;$$

$$C_{aer} = 0,8 + 0,6 = 1,4 \text{ (додаток II);}$$

C_h - залежить від висоти споруди і типу місцевості (таблиця 9.02);

$$C_{alt} = 1 \text{ при } H < 0,5 \text{ км (п. 9.10);}$$

$$C_{rel} = 1 \text{ при } \varphi < 0,05 \text{ (п. 9.11);}$$

$$C_{dir} = 1 \text{ (п. 9.12);}$$

$$C_d = 0,90 \text{ (п. 9.13, рис. 9.5).}$$

$$C = 1,4 \times 1 \times C_h = 1,4 C_h ;$$

Експлуатаційне розрахункове значення вітрового навантаження складає:

$$W_e = 0,21 \times 37 \times 1,4 C_h = 11 C_h$$

Граничне розрахункове значення вітрового навантаження складає:

$$W_m = \gamma_{fm} W_0 C,$$

де $\gamma_{fm} = 1,14$ при $T=100$ років (п. 9.14, таблиця 9.1).

$$W_m = 1,14 \times 37 \times 1,4 C_h = 59,1 C_h$$

Погонне вітрове навантаження, прикладене в рівні перекриттів поверхів, обчислюємо в табличній формі (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 - Вітрове навантаження

№ поверху	Позначка перекриття поверху	C_h	Експлуатаційне розрахункове значення навантаження		Граничне розрахункове значення навантаження	
			т/м ²	в рівні перекриття, т/мп	т/м ²	в рівні перекриття, т/мп
1	0.000	0.60	0.007	0.012	0.036	0.064
2	3.600	0.60	0.007	0.025	0.036	0.133
3	7.200	0.78	0.009	0.031	0.046	0.168
4	10.800	1.03	0.011	0.040	0.061	0.217
5	14.400	1.18	0.013	0.046	0.070	0.251
6	18.000	1.32	0.015	0.052	0.078	0.281
7	21.600	1.44	0.016	0.059	0.086	0.318
	25.200	1.95	0.021	0.036	0.116	0.194

3.2.2.4 Сейсмічний вплив

Сейсмічні навантаження визначені згідно з вимогами [3] за спектральним методом, у відповідності до якого розрахункові сейсмічні навантаження S_{ik} в k -ій точці будівлі за прийнятим напрямком сейсмічного впливу i -го тону власних коливань визначалися за формулою:

$$S_{ki} = k_1 k_2 k_3 S_{0ki}, \quad S_{0ki} = Q_k a_0 k_{rp} \beta_i \eta_{ki},$$

де k_1 – коефіцієнт, що враховує непружні деформації і локальні пошкодження елементів будівлі (споруди), значення якого за таблицею 6.3 прийнято рівним 0,25;

k_2 – коефіцієнт, що враховує тип і призначення будівлі (споруди), відповідно до таблиці 6.4 прийнято рівним 1,3;

k_3 – коефіцієнт, що враховує поверховість будівлі заввишки понад 5 поверхів дорівнює $k_3 = 1 + 0,04 \cdot (7 - 5) = 1,08 < 1,6$ (приймається $k_3 = 1,08$);

a_0 – розрахункова амплітуда прискорення основи, яка складає 0,1 від прискорення вільного падіння g для району сейсмічністю 7 балів;

k_{rp} – коефіцієнт, що враховує нелінійне деформування ґрунтів, відповідно до таблиці 6.6 прийнято рівним 1 для ґрунту 2-ї категорії за сейсмічними властивостями при сейсмічності 7 балів;

β_i – спектральний коефіцієнт динамічності, що відповідає i -ій формі власних коливань будівлі або споруди, приймається за рисунком 6.2;

η_{ki} – коефіцієнт, що залежить від форми власних коливань будівлі або споруди і від місця розташування навантаження.

При виконанні розрахунку маси формуються автоматично з вертикальних навантажень з урахуванням коефіцієнтів:

0,9 – для постійних навантажень;

0,8 – для тимчасових тривалих;

0,5 – для короткочасних.

Сейсмічні впливи прикладаються вздовж осей X, Y.

Всі навантаження прикладаються до розрахункової моделі будівлі у вигляді 9-ти завантажень (табл. 3.6).

Таблиця 3.6 - Зведена таблиця навантажень

№ завант.	Назва навантаження	Характеристичне значення	Коефіцієнт надійності за навантаженням	Граничне розрахункове значення
1	Власна вага несучих конструкцій			
	Власна вага несучих конструкцій		1,1	визначається програмно
2	Постійне			
	Вага підлоги	0,142 т/м ²	1,3	0,182 т/м ²
	Вага покрівлі	0,191 т/м ²	1,3	0,245 т/м ²
	Вага огорожуючих стін	1,430 т/м	1,2	1,860 т/м
	Вага парпетів	0,320т/м	1,2	0,384 т/м
3	Тривале			
	Вага перегородок	0,274т/м ²	1,2	0,329 т/м ²
4	Короткочасне _01 (корисне, повне нормативне значення)			
	Кабінети закладів охорони здоров'я, службові приміщення	0,200 т/м ²	1,2	0,240 т/м ²
	Коридори, сходи	0,300 т/м ²	1,2	0,360 т/м ²
	Машинні відділення ліфтів	0,550 т/м ²	1,2	0,660 т/м ²
5	Короткочасне _02 (снігове)			
	снігове	0,073 т/м ²	2,33	0,170 т/м ²
6	Вітрове - статична складова вздовж X	Характеристичне значення вітрового тиску 37 кг/м ²		
7	Вітрове - статична складова вздовж Y			
8	Сейсмічний вплив вздовж X	Розрахункова сейсмічність майданчика 7 балів, категорія ґрунтів за сейсмічними властивостями - II		
9	Сейсмічний вплив вздовж Y			

3.2.3 Сполучення навантажень

Розрахункові сполучення зусиль (таблиця 3.7), призначені для розрахунку армування, складені з урахуванням діючих ДБН [3, 29, 33]. Клас наслідків (відповідальності) будівлі - СС2. Коефіцієнти надійності за відповідальністю (конструкції категорії А) – 1,1 / 0,975.

Згідно з вимогами [3, 29, 33] для визначення навантажень на конструктивні елементи складені розрахункові сполучення навантажень (таблиця 3.8).

Таблиця 3.7 – Розрахункові сполучення зусиль

№ навантаження	Назва навантаження	k_f	k_{dl}	ψ для		
				PCY 1	PCY 2	PCY 3
1	Власна вага констр.	1,10	1,00	1,1	1,1	0,9
2	Постійна	1,10	1,00	1,1	1,1	0,9
3	Довготривала	1,30	1,00	1,1	1,045	0,8
4	Короткочасна (корисна)	1,20	0,35	1,1	0,99	0,5
5	Короткочасна (сніг)	2,33	0,35	1,1	0,99	0,5
6	Вітрова статична по X	5,43	0,00	1,1	0,99	-
7	Вітрова статична по Y	5,43	0,00	1,1	0,99	-
8	Сейсмічна вздовж X	1,00	-	0,0	0,00	0,975
9	Сейсмічна вздовж Y	1,00	-	0,0	0,00	0,975

Примітки:

1. Для основних сполучень (**PCY 1** і **PCY 2**) коефіцієнти ψ сформовані з навантажень 1-7 з коефіцієнтами відповідно 1,0 та 1,0; 0,95; 0,9, помноженими на коефіцієнти відповідальності $\gamma_n = 1,1$ (табл. 5 [29]).

2. Для епізодичного сполучення (**PCY 3**) маси були сформовані з навантажень № 1-5 з коефіцієнтами 0,9; 0,8; 0,5, помноженими на відповідні коефіцієнти відповідальності $\gamma_n = 0,975$ (табл. 5 [29]).

Позначення:

$k_f = \gamma_{fm} / \gamma_{fe}$ - коефіцієнт надійності по навантаженню, де γ_{fm} - коефіцієнт надійності за граничним значенням навантаження, а γ_{fe} - коефіцієнт надійності за експлуатаційним значенням навантаження;

k_{dl} - доля тривалості навантажень;

ψ - коефіцієнти сполучення навантажень;

PCY 1 - перше основне розрахункове сполучення зусиль - Пост * 1 + одна Тимч. * 1;

PCY 2 - друге основне розрахункове сполучення зусиль - Пост * 1 + Трив * 0.95 + Коротк. * 0.9;

PCY 3 – аварійне розрахункове сполучення зусиль - Пост * 0.9 + Трив * 0.8 + Коротк. * 0.5 + Авар. * 1.

Таблиця 3.8 – Розрахункові сполучення навантажень

№	Завантаження	1-е основне сполучення							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Власна вага констр.	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
2	Постійне	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
3	Довготривале		1,1	0					
4	Короткочасне (корисне)			1,1					
5	Короткочасне (сніг)				1,1				
6	Вітрове статичне вздовж Х					1,1	-1,1		
7	Вітрова статичне вздовж Y							1,1	-1,1
8	Сейсмічне вздовж Х								
9	Сейсмічне вздовж Y								

Закінчення таблиці 3.8

№	Завантаження	2-е основне сполучення				Аварійне сполучення (сейсмічний вплив)			
		9	10	11	12	13	14	15	16
1	Власна вага констр.	1,1	1,1	1,1	1,1	0,9	0,9	0,9	0,9
2	Постійне	1,1	1,1	1,1	1,1	0,9	0,9	0,9	0,9
3	Довготривале	1,045	1,045	1,045	1,045	0,8	0,8	0,8	0,8
4	Короткочасне (корисне)	0,99	0,99	0,99	0,99	0,5	0,5	0,5	0,5
5	Короткочасне (сніг)	0,99	0,99	0,99	0,99	0,5	0,5	0,5	0,5
6	Вітрове статичне вздовж Х	0,99	-0,99						
7	Вітрова статичне вздовж Y			0,99	-0,99				
8	Сейсмічне вздовж Х					0,975	-0,975		
9	Сейсмічне вздовж Y							0,975	-0,975

3.3 Висновки за розділом

1. На основі проектних даних, результатів візуального та інструментального обстеження у ПК «ЛІРА САПР» розроблено тривимірну комп'ютерну модель 7-ми поверхової залізобетонної каркасної будівлі.

2. Виконано збір навантажень для виконання розрахунку просторової комп'ютерної моделі на основні сполучення навантажень та аварійні сполучення

3. Складені основні розрахункові сполучення навантажень (з урахуванням власної ваги, постійних та змінних навантажень, вітрового та снігового впливів, визначених для м. Мукачево Закарпатської області) та аварійні сполучення навантажень з урахуванням сейсмічного впливу 7 балів, заданого за спектральним методом ДБН В.1.1-12 [3].

4. АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Загальні положення

За результатами розрахунків просторової моделі як системи «основа–фундамент–споруда» будівлі за передбаченими варіантами розрахункових сполучень навантажень отримано параметри напружено-деформованого стану елементів конструктивної системи будівлі.

При проектуванні будинків у сейсмічних районах повинні бути враховані вимоги, викладені в ДБН В.1.1-12 [3].

Для визначення зусиль в несучих елементах конструкцій слід враховувати таку кількість форм власних коливань споруди, при якій сума модальних мас була б не менше 85% при горизонтальних і не менше 75% - при вертикальних коливаннях.

4.2 Модальний аналіз

Розрахунки динамічної моделі будівлі виконані у відповідності з вимогами [3]. Результати розрахунків наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Розрахункові динамічні характеристики будівлі

№ форми власних коливань	Частота, Гц	Період, с	Сума модальних мас, %, в завантаженнях	
			8 (вздовж осі X)	9 (вздовж осі Y)
1	0.97	1.03	12.18	52.76
2	1.20	0.83	69.34	63.30
3	1.79	0.56	69.64	63.50
4	4.03	0.25	69.71	77.05
5	4.66	0.21	69.71	77.06
6	4.87	0.21	69.80	77.09
7	5.09	0.20	70.39	77.09
8	5.14	0.19	80.54	77.10
9	5.16	0.19	80.56	77.12
10	5.20	0.19	81.92	77.22
11	5.21	0.19	84.68	77.31
12	5.25	0.19	84.70	77.31
13	5.26	0.19	84.86	77.32
14	5.27	0.19	84.92	77.32
15	5.27	0.19	84.97	77.32
16	5.27	0.19	85.22	77.32
17	5.48	0.18	85.23	77.32
18	5.56	0.18	86.12	77.33
19	5.59	0.18	86.12	77.33

№ форми власних коливань	Частота, Гц	Період, с	Сума модальних мас, %, в завантаженнях	
			8 (вздовж осі X)	9 (вздовж осі Y)
20	5.61	0.18	86.13	77.33

Розрахунки на сейсмічні впливи виконувались при врахуванні 20 форм власних коливань.

Форми власних коливань наведені на рисунку 4.1. Перша і друга форми представляють поступальні коливання, третя форма коливань - крутильна.

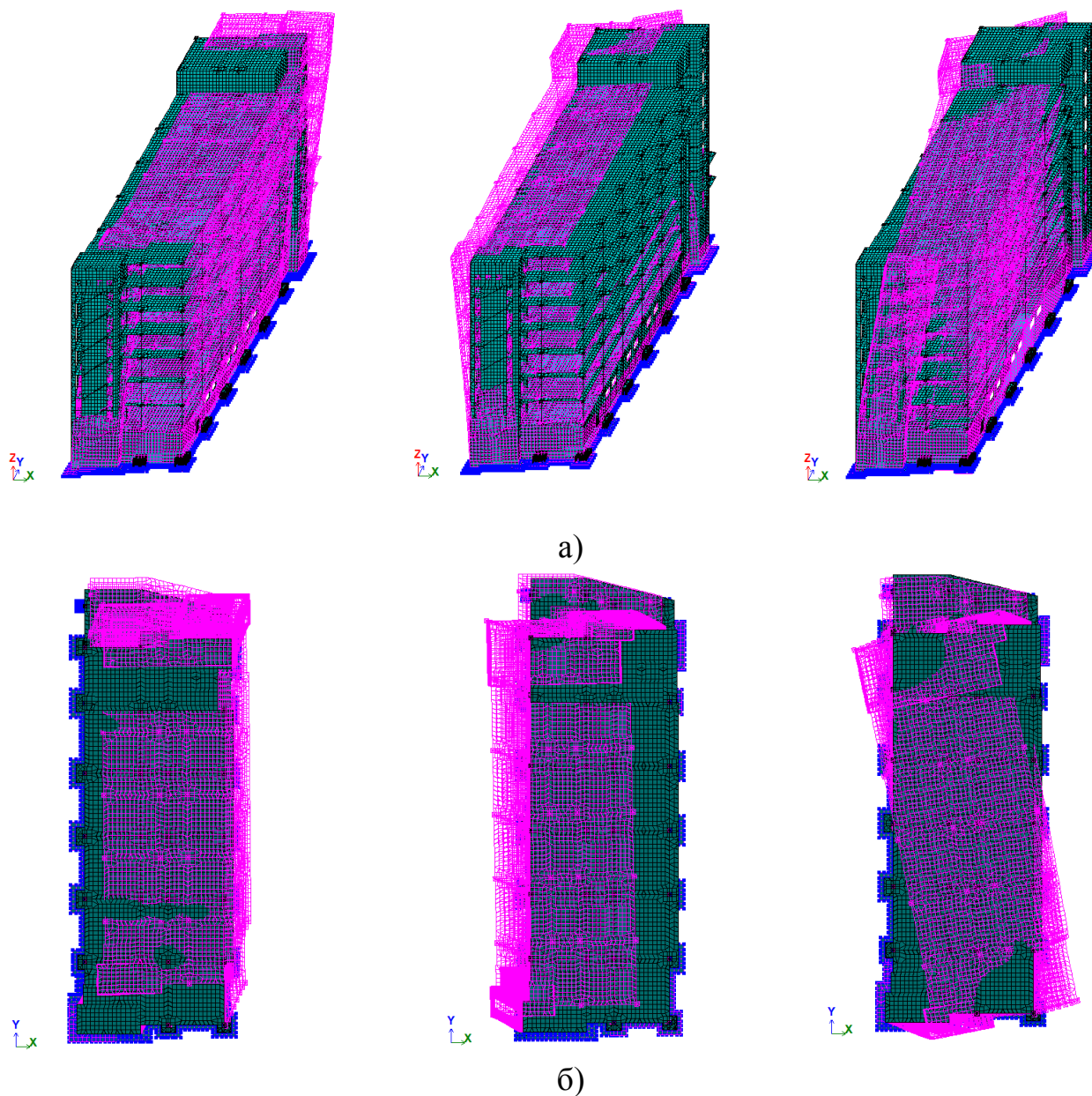


Рисунок 4.1 – Перші три форми власних коливань:
а – загальний вигляд; б – вигляд в плані

4.3 Деформований стан будівлі

Згідно з [3] горизонтальні нелінійні переміщення у вигляді перекосів поверхів обмежуються і для досліджуваної будівлі не повинні перевищувати значення 0,004 (згідно з таблицею 6.8 [3]).

Відповідно до 6.3.7 ДБН В1.1-12 [3] перекоси поверхів обчислюються як відношення різниці горизонтальних переміщень верху і низу k -го поверху до його висоти H_L :

$$\Delta_k = \frac{U_k - U_{k-1}}{H_L} \quad (4.1).$$

Результати обчислень лінійних переміщень та перекосів для сейсмічних впливів, що викликають найбільші переміщення розрахункової схеми, наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Деформований стан будівлі при сейсмічних впливах

Z, м	Переміщення $\Sigma X_y Y_y$, мм, при сейсмічному впливі за напрямком		Перекоси поверхів при сейсмічному впливі за напрямком	
	X	Y	X	Y
0,000	1.72	1.22	0.00032	0.00023
3,600	4.21	3.21	0.00069	0.00055
7,200	6.45	6.08	0.00062	0.00080
10,800	9.23	9.20	0.00077	0.00087
14,400	12.14	12.45	0.00081	0.00090
18,000	14.98	15.63	0.00079	0.00088
21,600	17.58	18.46	0.00072	0.00079
25,200	20.57	20.58	0.00083	0.00059
28,800	24.43	22.52	0.00107	0.00054

За результатами розрахунку максимальне переміщення верху будівлі при сейсмічному впливі інтенсивністю 7 балів складає 24,4 мм.

Максимальний перекис поверхів будівлі при сейсмічному впливі інтенсивністю 7 складає 0,0011 їх висоти, що не перевищує допустиме значення 0,004 для даного типу конструктивної схеми згідно з [3].

На рисунку 4.2 наведено максимальні значення вертикальних переміщень плити перекриття будівлі. Максимальні прогини перекриття на прогоні 6300 мм складають $6,7/6300=0,001$, що значно менше за гранично допустиму величину $1/200$ згідно з [34].

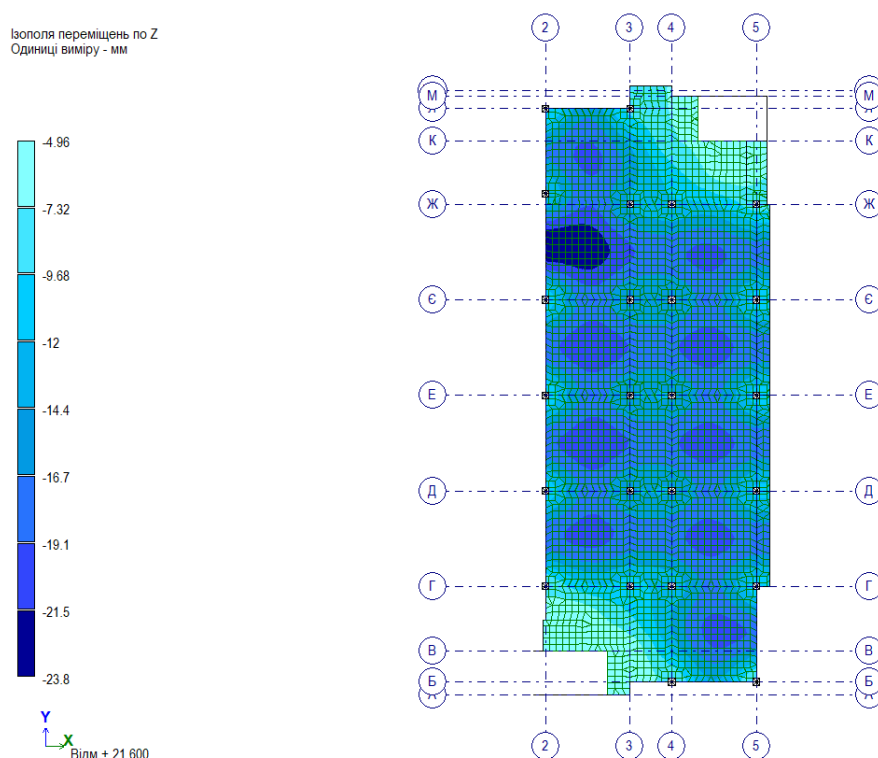
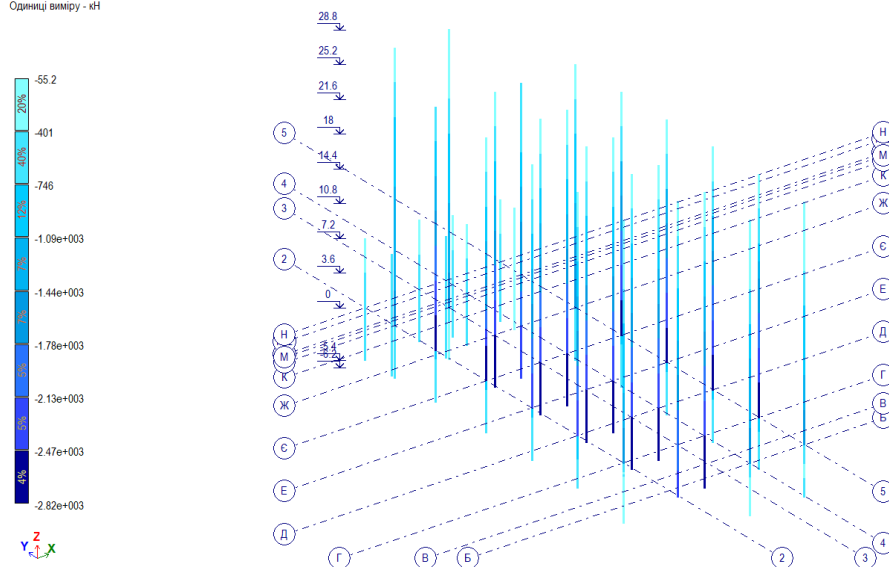


Рисунок 4.2 – Прогини плити перекриття типового поверху будівлі від основних сполучень навантажень

4.4 Розрахунок зусиль в конструкціях

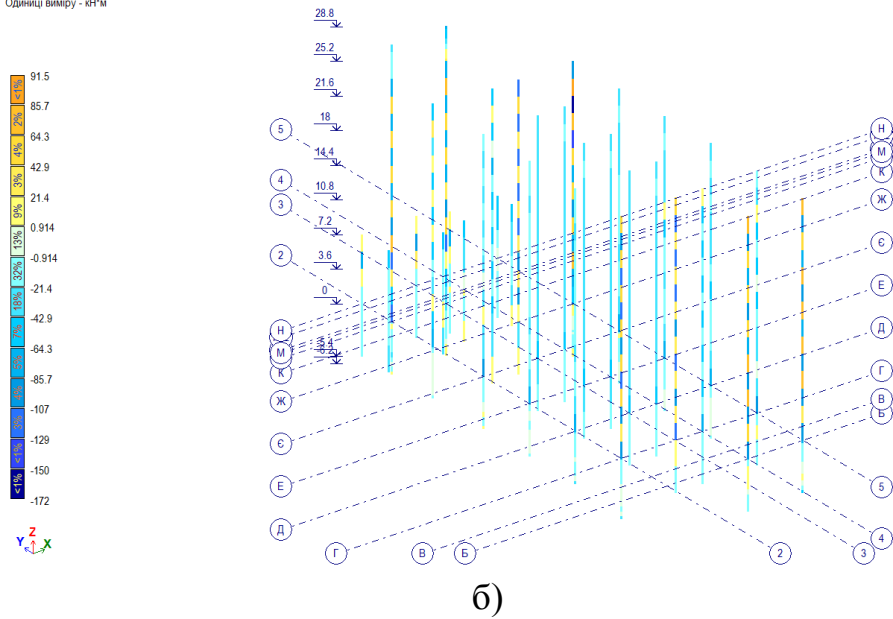
В результаті розрахунку конструкцій отримані значення зусиль в основних несучих конструкціях будівлі. Ізополя зусиль в конструкціях будівлі за результатам розрахунку на сейсмічний вплив наведені на рисунках 4.3 – 4.9.

Оптикаюча мінімальних значень (ДБН В.1.2 - 2:2006_1)
Мозайка N (розрахункові періоди)
Одиниці виміру - кН



a)

Оптикача мінімальних значень (ДБН В.1.2 - 2:2006_1)
Мозаика Mz (розрахункові перерізи)
Одиниці виміру - кН·м



Оптикача мінімальних значень (ДБН В.1.2 - 2:2006_1)
Мозаика Mz (розрахункові перерізи)
Одиниці виміру - кН·м

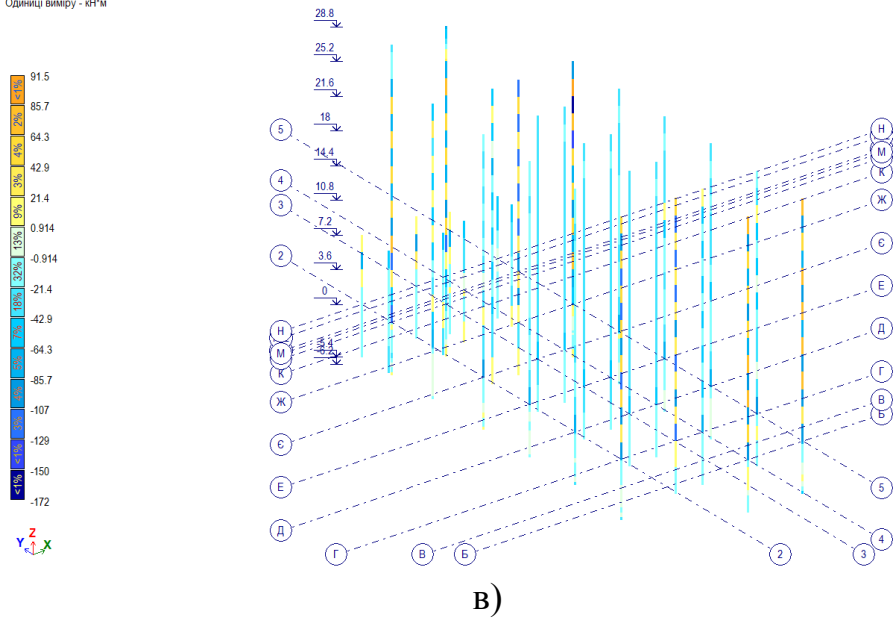
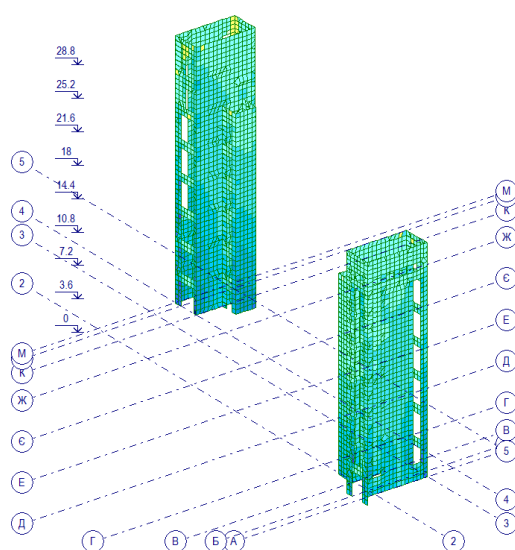
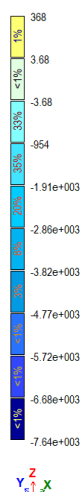


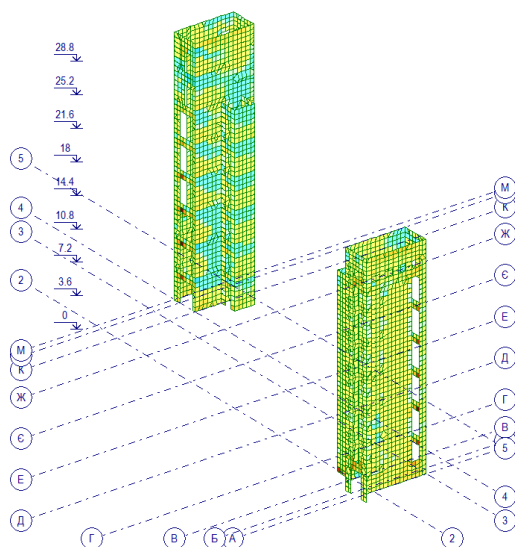
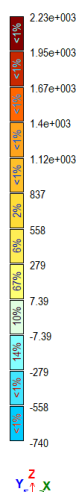
Рисунок 4.3 – Ізополя зусиль в колонах за результатами розрахунку на аварійні сполучення (з урахуванням сейсмічного впливу 7 балів):
а – поздовжніх сил (N, кН); б - згинальних моментів (M, кН·м);
в - поперечних сил (Q, кН)

Опівнаоча мінімальних значень (ДБН В.1.2 - 2:2006_1)
Мозаїка напружень по N_y
Одиниці виміру - кН/м^2



а)

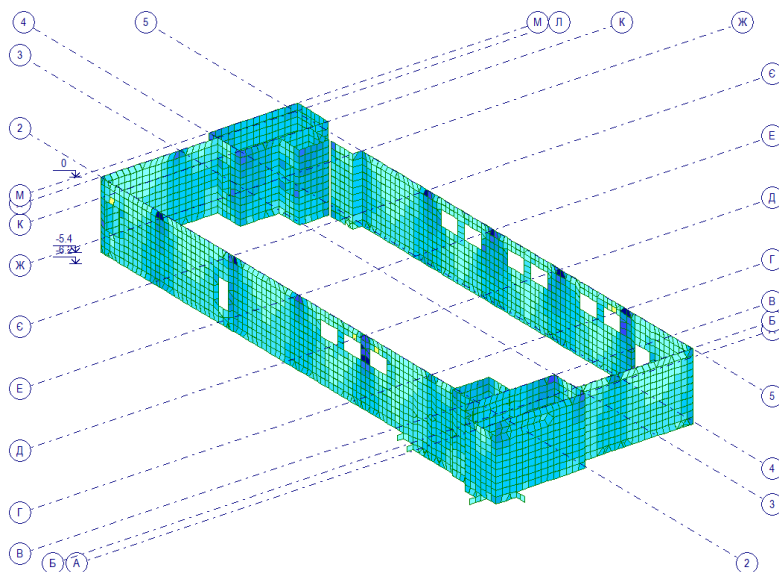
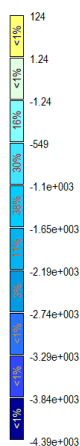
Опівнаоча максимальних значень (ДБН В.1.2 - 2:2006_1)
Мозаїка напружень по N_x
Одиниці виміру - кН/м^2



б)

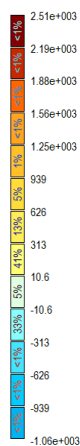
Рисунок 4.4 – Ізополя напружень в залізобетонних стінах за результатами розрахунку на аварійні сполучення (з урахуванням сейсмічного впливу 7 балів):
а – вертикальних (N_y , кН/м^2); б - горизонтальних (N_x , кН/м^2)

Оптикача мінімальних значень (ДБН В.1.2 - 2:2006_1)
Мозаїка напружень по N_y
Одиниці виміру - кН/м^2

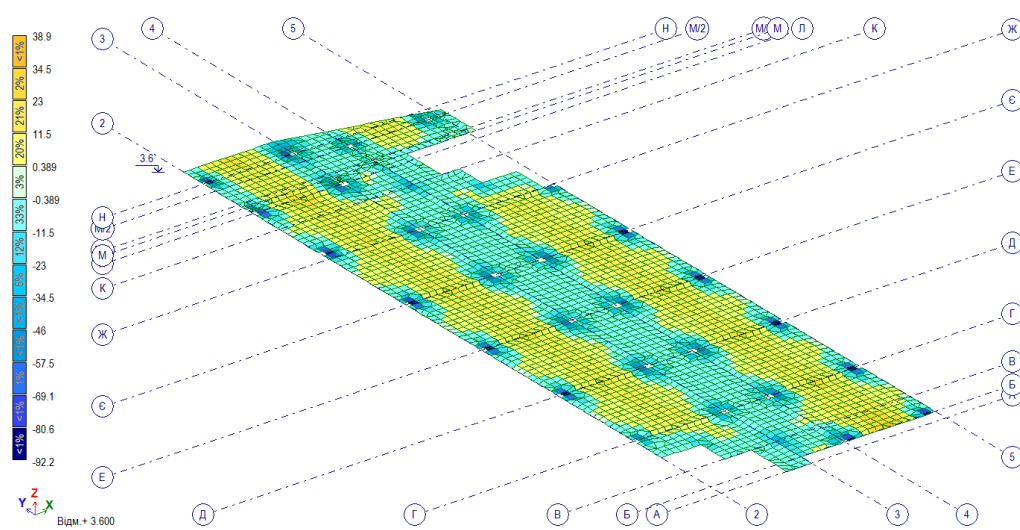


а)

Оптикача максимальних значень (ДБН В.1.2 - 2:2006_1)
Мозаїка напружень по N_x
Одиниці виміру - кН/м^2

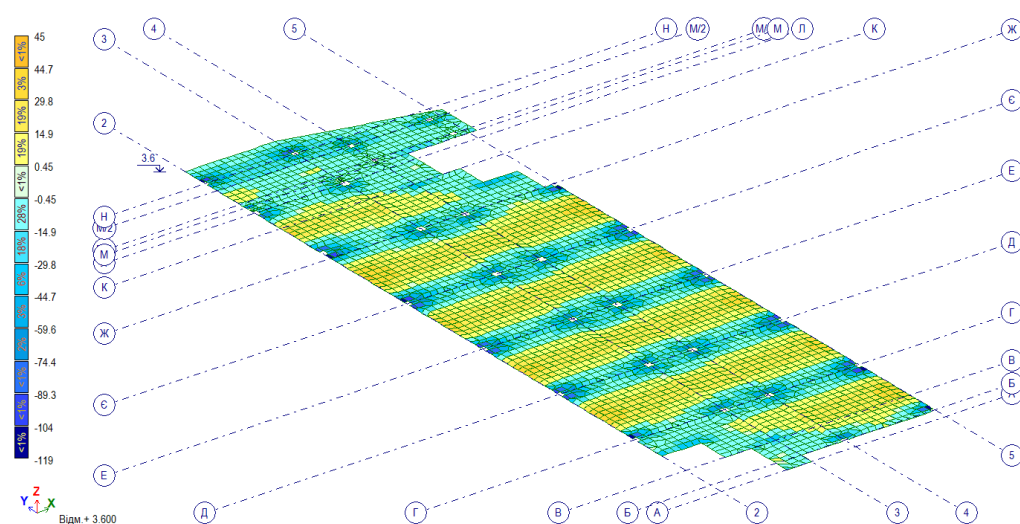


Оптика мінімальних значень (ДБН В.1.2-2:2006_1)
Мозаїка напружень по M_x
Одиниці виміру - (кН·м)/м



а)

Оптика мінімальних значень (ДБН В.1.2-2:2006_1)
Мозаїка напружень по M_y
Одиниці виміру - (кН·м)/м



б)

Рисунок 4.6 – Ізополя моментів в плитах перекриття типового поверху
за результатами розрахунку на аварійні сполучення
(з урахуванням сейсмічного впливу 7 балів):
а – відносно осі X (M_x , кН·м/м²); б – відносно осі Y (M_y , кН·м/м²)

4.5 Результати розрахунку армування залізобетонних елементів

Визначення розрахункового армування конструкцій будівлі виконувалося з допомогою модулів ЛІР-АРМ програмного комплексу «ЛІРА САПР» [28]. Система ЛІР-АРМ призначена для визначення і перевірки армування у стрижневих і пластинчастих елементах у відповідності з нормативними вимогами [35, 36].

При визначенні розрахункового армування несучих конструкцій будівлі враховувалися розрахункові сполучення зусиль, наведені вище в таблиці 3.7.

В аварійному сполученні навантажень враховані всі постійні і тимчасові навантаження із знижувальними коефіцієнтами сполучень згідно з табл. 3.8.

Результати розрахунку арматури для несучих залізобетонних елементів будівлі наведені на рисунках 4.7 - 4.15.

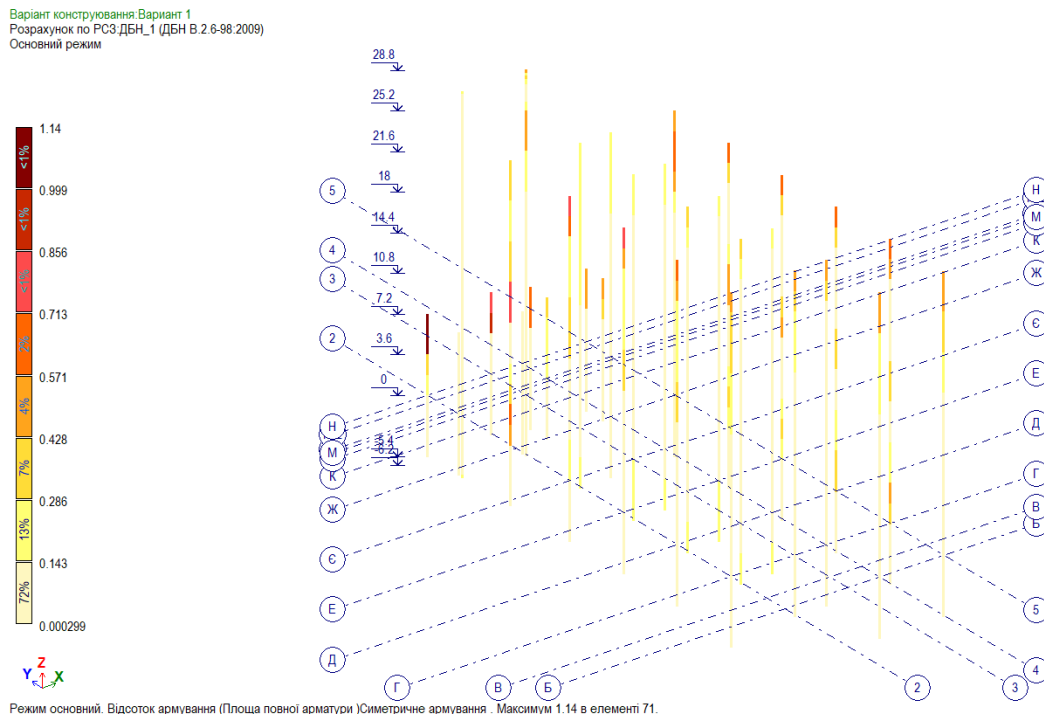
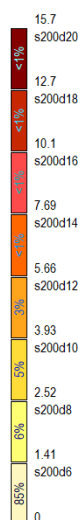


Рисунок 4.7 – Розрахункове армування колон від аварійного сполучення навантаження (з урахуванням сейсмічного впливу 7 балів)

Варіант конструювання: Варіант 1
Розрахунок по РСЗ ДБН_1 (ДБН В.2.6-98:2009)
Основний режим
Одиниці виміру - см2/1м
Крок, Діаметр - мм



Режим основний. Площа повної арматури на 1м уздовж осі X біля верхньої грані, максимум в елементі 13355

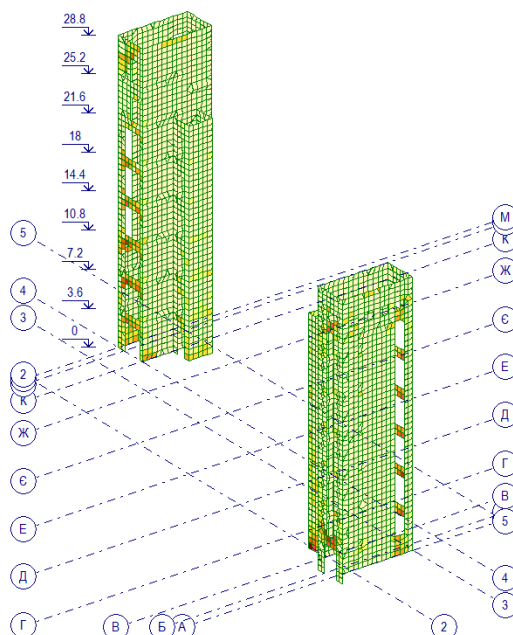
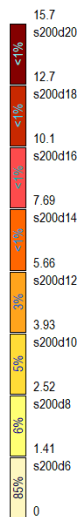


Рисунок 4.8 – Ізополя розрахункового армування діафрагм товщиною 250 мм від аварійного сполучення навантаження (з урахуванням сейсмічного впливу 7 балів). Верхня арматура вздовж осі X

Варіант конструювання: Варіант 1
Розрахунок по РСЗ ДБН_1 (ДБН В.2.6-98:2009)
Основний режим
Одиниці виміру - см2/1м
Крок, Діаметр - мм



Режим основний. Площа повної арматури на 1м уздовж осі X біля нижньої грані (балки-стілки - посередині), максимум в елементі 12928

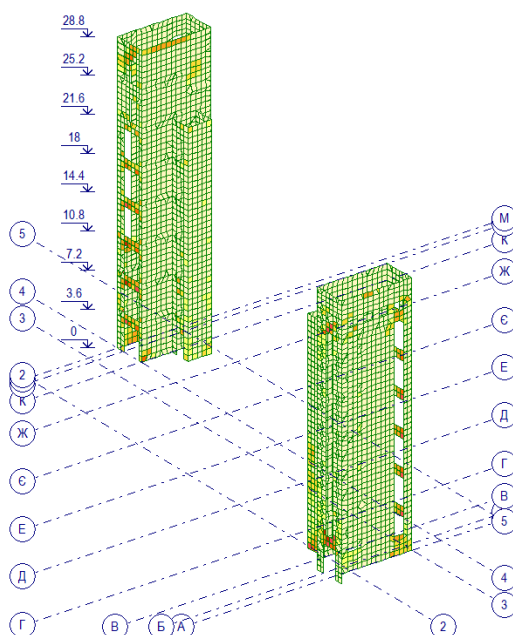
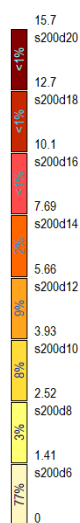


Рисунок 4.9 – Ізополя розрахункового армування діафрагм товщиною 250 мм від аварійного сполучення навантаження (з урахуванням сейсмічного впливу 7 балів). Нижня арматура вздовж осі X

Варіант конструювання: Варіант 1
 Розрахунок по РСЗ ДБН_1 (ДБН В.2.6-98:2009)
 Основний режим
 Однінці виміру - см2/1м
 Крок, Діаметр - мм



Режим основний. Площа повної арматури на 1м уздовж осі Y біля верхньої грані; максимум в елементі 12917

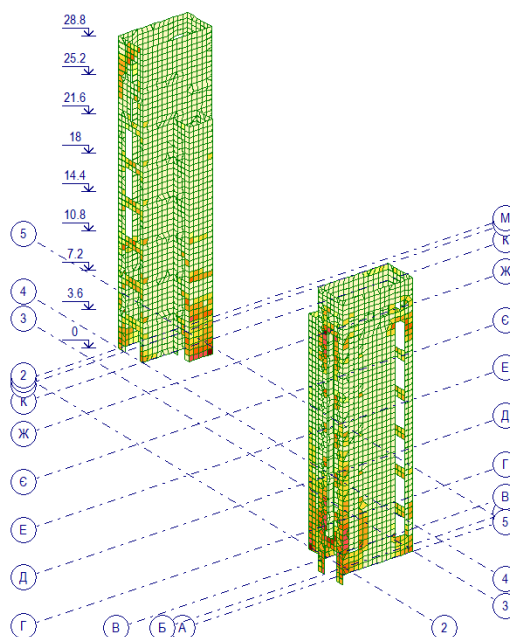
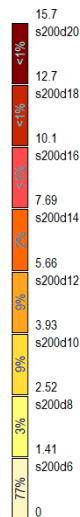


Рисунок 4.10 – Ізополя розрахункового армування діафрагм товщиною 250 мм від аварійного сполучення навантаження (з урахуванням сейсмічного впливу 7 балів). Верхня арматура вздовж осі Y

Варіант конструювання: Варіант 1
 Розрахунок по РСЗ ДБН_1 (ДБН В.2.6-98:2009)
 Основний режим
 Однінці виміру - см2/1м
 Крок, Діаметр - мм



Режим основний. Площа повної арматури на 1м уздовж осі Y біля нижньої грані (балки-стінки - посередині); максимум в елементі 13367

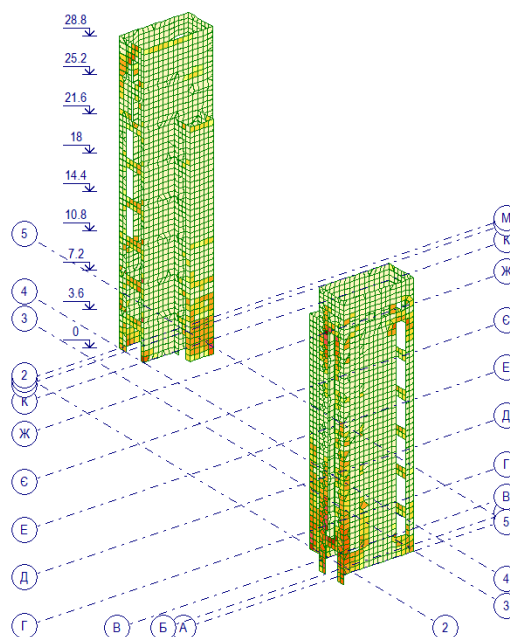


Рисунок 4.11 – Ізополя розрахункового армування діафрагм товщиною 250 мм від аварійного сполучення навантаження (з урахуванням сейсмічного впливу 7 балів). Нижня арматура вздовж осі Y

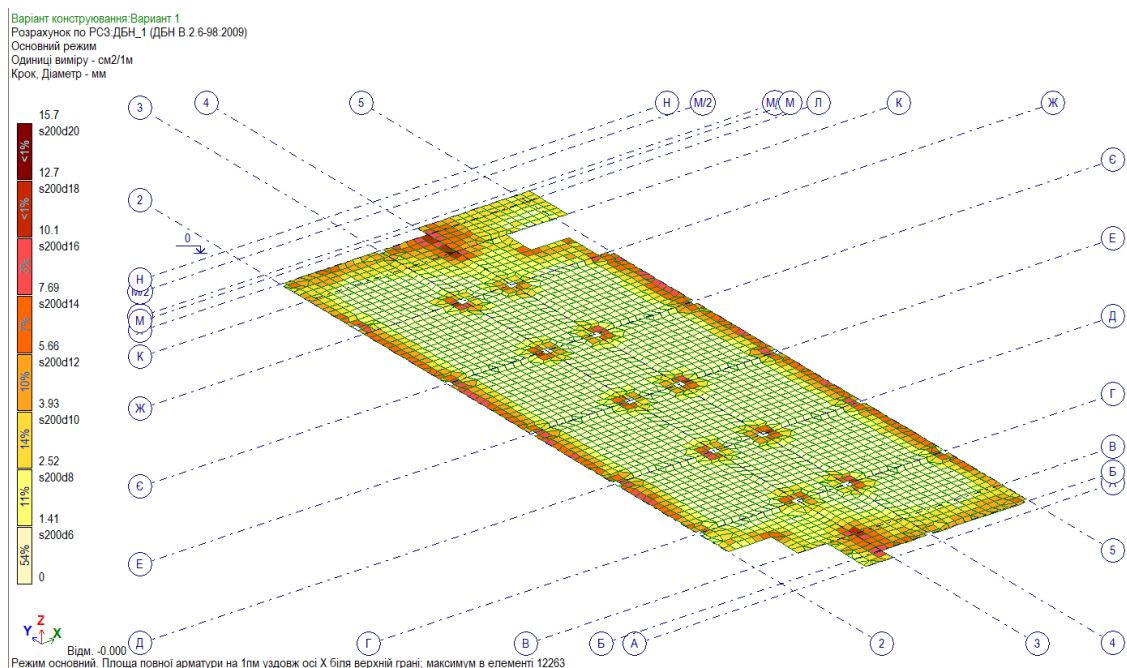


Рисунок 4.12 – Ізополя розрахункового армування плит перекриття товщиною 200 мм від аварійного сполучення навантаження (з урахуванням сейсмічного впливу 7 балів). Верхня арматура вздовж осі X

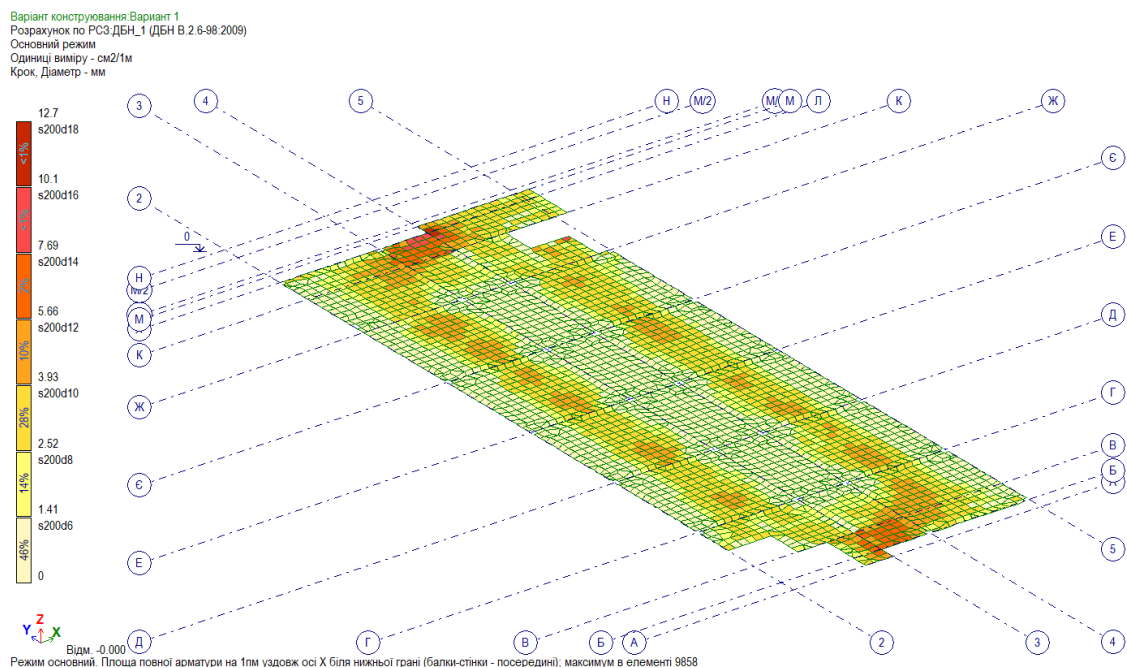


Рисунок 4.13 – Ізополя розрахункового армування плит перекриття товщиною 200 мм від аварійного сполучення навантаження (з урахуванням сейсмічного впливу 7 балів). Нижня арматура вздовж осі X

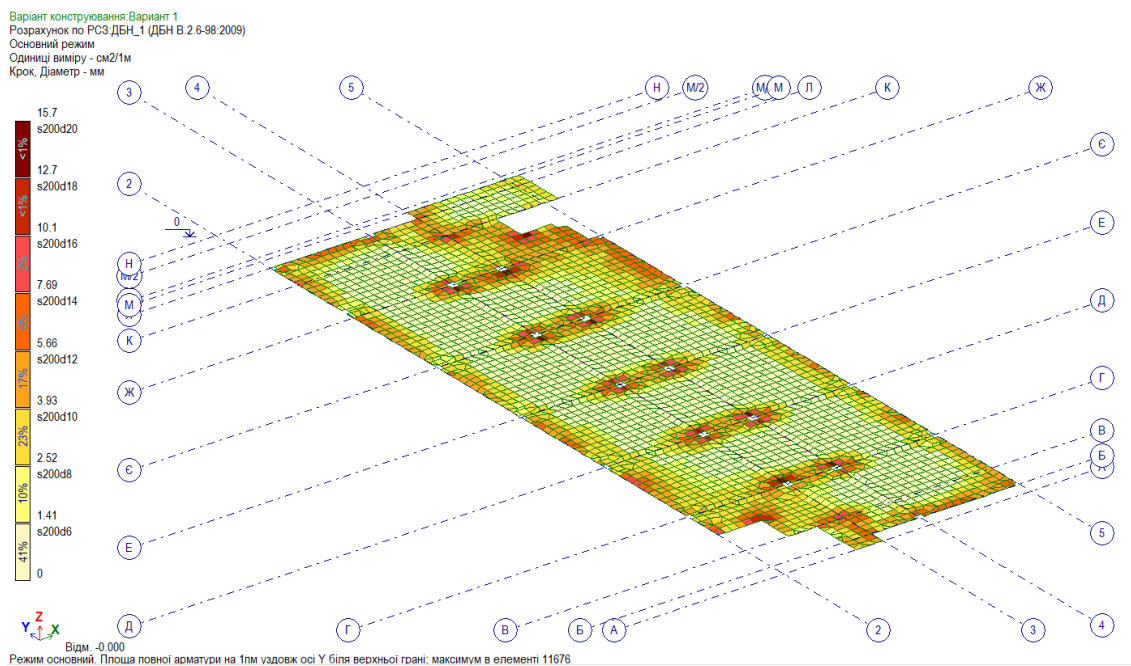


Рисунок 4.14 – Ізополя розрахункового армування плит перекриття товщиною 200 мм від аварійного сполучення навантаження (з урахуванням сейсмічного впливу 7 балів). Верхня арматура вздовж осі Y

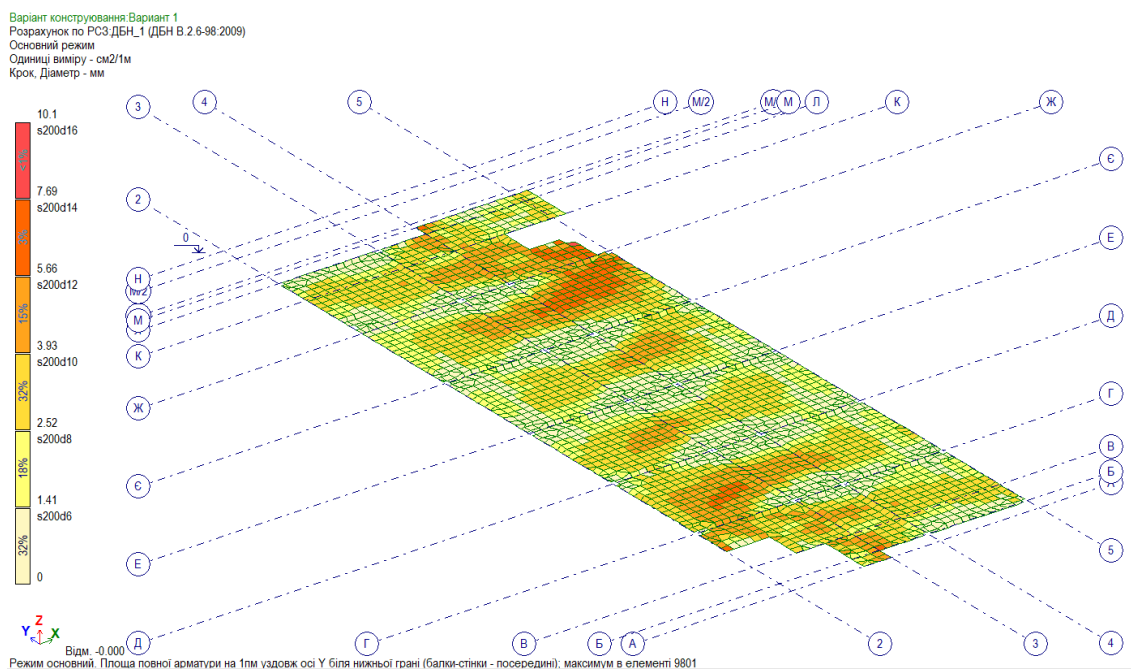


Рисунок 4.15 – Ізополя розрахункового армування плит перекриття товщиною 200 мм від аварійного сполучення навантаження (з урахуванням сейсмічного впливу 7 балів). Нижня арматура вздовж осі Y

За результатами аналізу проектних креслень встановлено проектні параметри армування несучих конструкцій будівлі. В таблицях 4.3, 4.4 наведено порівняння проектних та максимальних розрахункових параметрів армування конструкцій.

Таблиця 4.3 – Порівняння проектного та максимального розрахункового армування стін

Елемент	Марка	Параметри армування, см ² / м.п.			
		проектне		розрахункове у сполученнях	
		склад	площа		
				основних	аварійних
Стіни сходового блоку	СТМ-1, СТМ-2	Основне:			
		вертик. Ø14 крок 200	7,69	7,46	15,16
		горизонт. Ø14 крок 200	7,69	5,11	17,35
		+ Додаткове в зоні прорізів:			
		вертик. 4Ø16	15,73	11,95	18,86
		горизонт. 4Ø14	15,73	12,49	19,95

Примітка. Заливкою відзначено розрахункове армування, яке перевищує проектні значення.

Примітка. Заливкою відзначено розрахункове армування, яке перевищує проектні значення.

Таблиця 4.4 – Порівняння проектного та розрахункового армування колон

Елемент	Марка	Проектне армування		Максимальний процент армування		
		склад	площа, см ²	проектний	розрахунковий у сполученнях	
					основних	аварійних
Колони 500×500 мм	К-0.1 – К-4.1	4Ø25+4Ø20	32,2	1,288	1,14	0,723
	К-5.1; К-6.1; К-7.1	4Ø25+4Ø16	27,68	1,107	0,86	0,746
	К-0.2 – К-4.2	4Ø25+8Ø20	44,77	1,79	0,84	0,23
	К-5.2; К-6.2; К-7.2	4Ø25+8Ø16	35,72	1,429	0,54	0,525
Колони 400×400 мм	К-0.3 – К-0.5; К-1.3; К-1.4	4Ø20	12,56	0,785	0,24	0,31
	К-2.3	4Ø20	12,56	0,785	1,32	1,14

Примітка. Заливкою відзначено розрахункове армування, яке перевищує проектні значення.

Дані наведені в таблицях 6.3 і 6.4 свідчать про те, що для окремих елементів залізобетонних стін сходових клітин (а саме в осях 4-6/К-М) та колон марки К-2.3 параметри розрахункового армування перевищують проектні значення при основних і аварійних сполученнях навантажень.

Для забезпечення сейсмостійкості будівлі необхідно виконати заходи з підсилення та ремонту будівельних конструкцій, наведені нижче.

4.6 Розробка заходів із підсилення конструкцій

Для підсилення колон К2.3 в осях 2/Н на позн. 0,000; +3,600 (16 колон) та колон в межах четвертого, п'ятого, шостого поверхів ($24 \times 3 = 72$ колони), в яких виявлено понижений клас бетону за міцністю, влаштувати сталеві обойми.

Принципова схема підсилення колон наведена на рисунку 4.16.

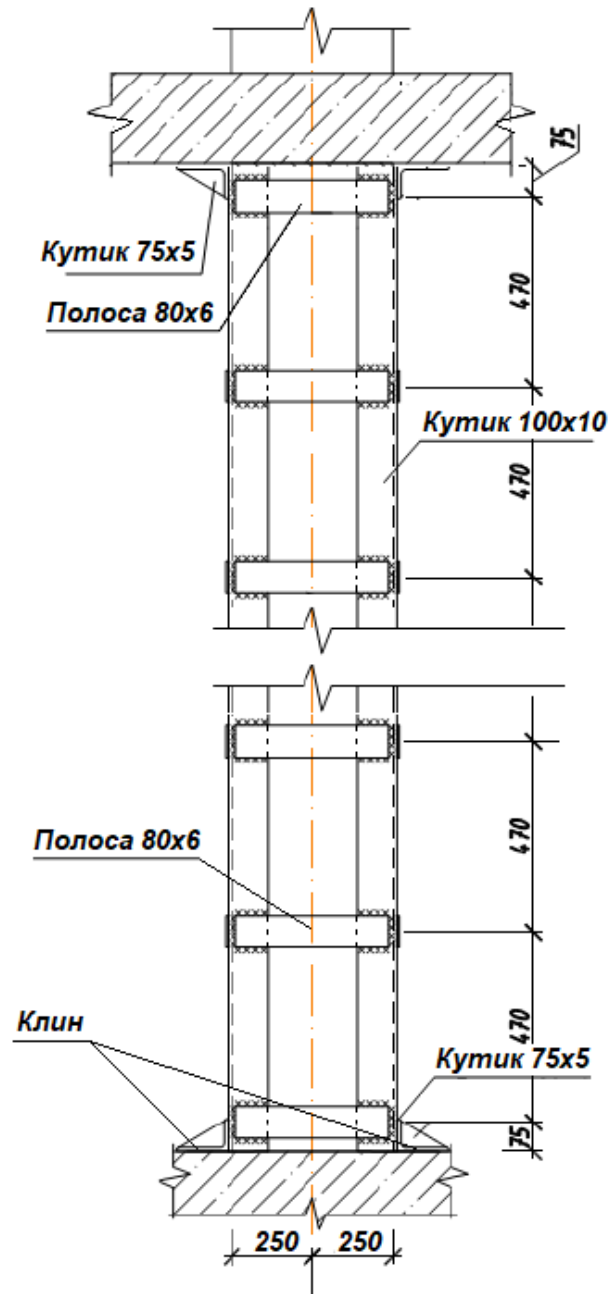


Рисунок 4.16 – Підсилення колони сталеву обіймою [37]

Для забезпечення сейсмостійкості залізобетонних стін сходово-ліфтових блоків в осях 4-6/К-М на позн. 0,000; +3,600 (4 стіни на двох поверхах) необхідно виконати підсилення ділянок стін в межах підвального та першого поверхів шляхом нарощування перерізу та арматурними сітками.

Принципова схема підсилення залізобетонних стін наведена на рисунку 4.17.

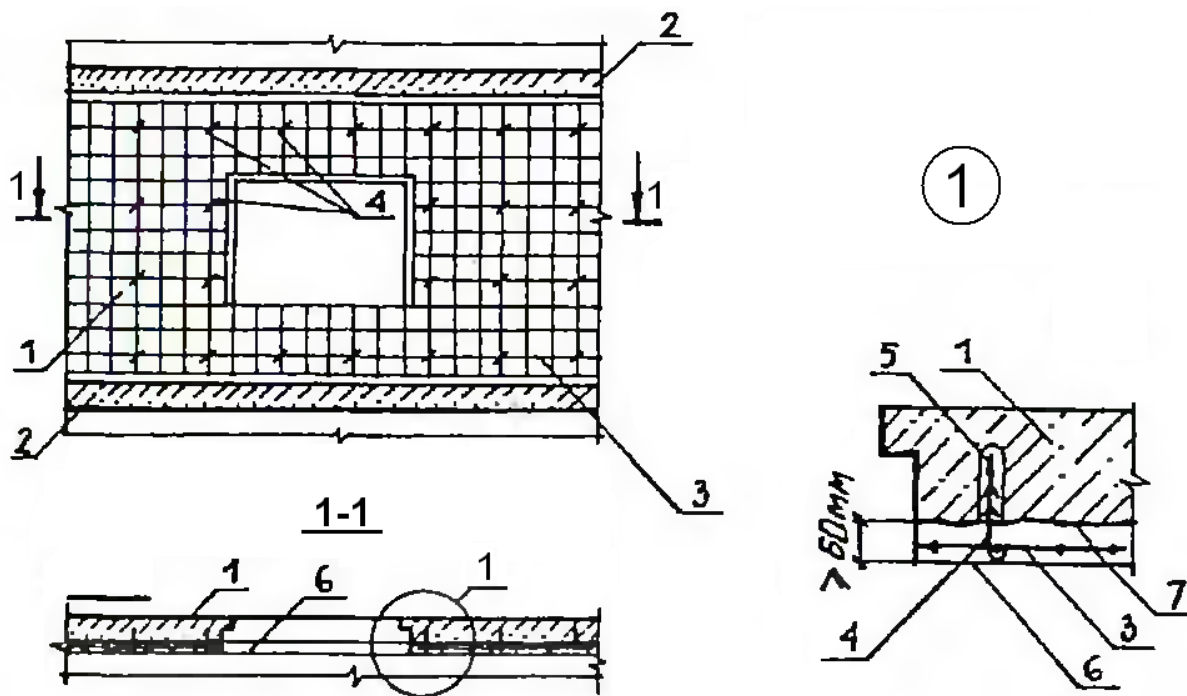


Рисунок 4.17 – Принципова схема підсилення залізобетонних стін нарощуванням [37]:

- 1 – залізобетонна стіна, що підсилюється; 2 – перекриття; 3 – арматурна сітка;
- 4 – анкерні зв'язки з арматурної сталі, встановлені на цементному чи полімерному розчині; 5 – свердловини, висвердлені в стіні;
- 6 – бетон нарощування; 7 – поверхня стіни, підготовлена до бетонування

Для забезпечення сейсмостійкості цегляних стін та перегородок рекомендується наступне:

- відповідно до 7.12.5 [3] влаштувати між гранями перегородок, зовнішніх стін та конструкціями каркаса антисейсмічні шви шириною не менше 20 мм, які заповнити піддатливим матеріалом;
- виконати кріплення стін та перегородок товщиною 120 мм до перекриттів; крок анкерів прийняти не більше 800 мм;

- ділянки зовнішніх цегляних стін довжиною більше 4000 мм необхідно підсилити вертикальними металевими стійками для виключення їх руйнування з площини стін; металеві стійки кріпити до несучих конструкцій будівлі (плит перекриття).

Для забезпечення експлуатаційної придатності будівлі всі виявлені дефекти і пошкодження, що не впливають на несучу здатність, але впливають на довговічність будівельних конструкцій (сколи бетону, оголення та корозія арматури, пошкодження гідроізоляції, замокання поверхонь стін тощо), слід усунути.

4.7 Оцінка витрат для забезпечення сейсмостійкості будівлі

Розраховано витрати додаткових елементів підсилення конструкцій для забезпечення сейсмостійкості конструкцій при сейсмічному впливі інтенсивністю 7 балів.

Результати розрахунку площі, об'єму, ваги та вартості основних матеріалів для влаштування металевих об'ємів та нарощування залізобетонних стін, наведені в таблицях 4.5 – 4.7.

При розрахунках вартості додаткової арматури прийнята вартість однієї тони прокату, що відповідно до цін виробників [38] складає:

- кутик 100×100×10 мм – 36550 грн./ т.;
- кутик 75×75×5 мм - 34910 грн./ т.;
- сталь листова г/к товщиною 6,0 мм - 37800 грн./ т.
- арматура Ø14 – 30460 грн./ т.

Вартість 1 м³ бетонної суміші складає 3620 грн. [39].

Вартість основних матеріалів підсилення конструкцій складає 1 046,8 тис. грн.

Таблиця 4.5 – Специфікація витрат основних матеріалів для підсилення конструкцій

Марка поз.	Позначення	Найменування	К-ть (шт.)	Маса од., кг	Примітки
ОМ-1	ДСТУ 2251-93	Кутик 100×10, l=3600	4	54,36	
	-//-	Кутик 75×5, l=400	4	2,32	
	ДСТУ 8540:2015	Пластина δ=6, l=400	28	0,603	
ОМ-2	ДСТУ 2251-93	Кутик 100×10, l=3600	4	54,36	
	-//-	Кутик 75×5, l=500	4	2,9	
	ДСТУ 8540:2015	Пластина δ=6, l=500	28	0,754	
СМ-1	ДСТУ 3760:2006	Ø14 А400С l=3600	72	4,34	
	-//-	Ø14 А400С l=7100	38	8,58	
		Бетон С20/25	4	3,07	м ³
Позначення. ОМ-1 – обойма металева для колон перерізом 400×400 мм; ОМ-2 – обойма металева для колон перерізом 400×400 мм; СМ-1 – стіна монолітна.					

Таблиця 4.6 – Відомість витрат матеріалів

	ДСТУ 2251-93			ДСТУ 8540:2015		ДСТУ 3760:2006		Разом, кг
	L100×10	L75×5		—δ=6	— δ=6	Ø14 А400С		
		400 мм	500 мм	400 мм	500 мм	3600 мм	7100 мм	
Вага одиниці, кг	54,36	2,32	2,9	0,603	0,754	4,34	8,58	
Кількість, од	352	64	288	224	3528	576	152	
Загальна вага, кг	19134.7	148.48	835.2	135.072	2660.11	2499.84	2608.32	28021.74
Об’єм бетону C20/25 – 24,54 м ³								

Таблиця 4.7 – Розрахунок вартості основних конструкцій підсилення

Матеріал	Одиниця	Кількість одиниць	Вартість одиниці, грн	Вартість, грн
Кутик 100×10	т	19.135	36550	699384.25
Кутик 75×5	т	0.984	34910	34351.44
Сталь листова г/к δ=6 мм	т	2.795	37800	105651.00
Арматура Ø14 А400С	т	5.105	30460	155589.68
Бетон	м ³	24.54	3620	51838.40
			РАЗОМ, грн	1046814.77

ВИСНОВКИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ДОСЛІДЖЕНЬ

В роботі проаналізовано положення нормативних документів України [2, 3, 7], європейських [8] та інших міжнародних норм, вітчизняних та закордонних публікацій, присвячених оцінці фактичної сейсмостійкості будівель і споруд, що експлуатуються в сейсмічних районах України.

Встановлено, що забезпеченню сейсмостійкості об'єктів соціальної інфраструктури (шкіл, дитячих садків, лікарень, поліклінік) приділяється особлива увага, враховуючи суттєву вразливість вказаних будівель і споруд при сейсмічних подіях - через велику кількість осіб, що можуть перебувати в них під час землетрусів, та необхідність збереження функціональної придатності медичних закладів при ліквідації наслідків руйнівних землетрусів.

Зважаючи на велику кількість закладів, що знаходяться в сейсмічно небезпечних районах, оцінку фактичної сейсмостійкості будівель і споруд варто виконувати із застосуванням методів прискореного візуального обстеження, за результатами якого визначається необхідність детальних обстежень, перевірних розрахунків та розробки методів підсилення конструкцій.

Заходи із підсилення мають виконуватись у стиснуті терміни, щоб зменшити час припинення роботи закладів. При цьому перевагу слід надавати технологіям, що не зменшують корисні площі приміщень, не супроводжуються підвищеним шумом та вібрацією.

Вибір способів та технології підвищення сейсмостійкості має ґрунтуватися не тільки на результатах розрахунку міцності та надійності конструкцій, але й на результатах економічного обґрунтування, що особливо важливо для країн з економіками, що розвиваються.

Визначені мета, задачі, методи досліджень, обрано програмний комплекс для виконання моделювання та чисельних розрахунків за методом скінченних елементів.

В якості об'єкту досліджень обрано 7-ми поверхову адміністративну будівлю медичного закладу, що була запроектована за схемою монолітного

залізобетонного безригельного каркасу у сейсмічному районі України з інтенсивністю сейсмічних впливів 7 балів, але зведення якої не було завершено.

Виконано аналіз об'ємно-планувального та конструктивного рішення будівлі, аналіз результатів обстеження технічного стану конструкцій об'єкта незавершеного будівництва, що включав візуальне обстеження та інструментальні дослідження фактичної міцності та однорідності бетону та параметрів армування залізобетонних несучих конструкцій.

На підставі проектних даних, результатів візуального та інструментального обстеження розроблено тривимірну комп'ютерну модель 7-ми поверхової каркасної будівлі з використанням програмного комплексу «ЛІРА САПР». Сейсмічні навантаження задані за спектральним методом ДБН [3].

За результатами чисельних досліджень просторової розрахункової моделі будівлі отримано динамічні характеристики будівлі та параметри НДС конструкцій в умовах аварійного сполучення навантажень з урахуванням сейсмічного впливу 7 балів.

За результатами чисельних досліджень отримано наступні висновки:

1. Значення максимальних перекосів поверхів будівлі при сейсмічному впливі інтенсивністю 7 складає 0,0011 їх висоти, що не перевищує допустиме значення 0,004 для даного типу конструктивної схеми згідно з [3].

2. Максимальні прогини перекриття на прогоні 6300 мм складають $6,7/6300=0,001$, що значно менше за гранично допустиму величину $1/200$ згідно з [34].

3. За результатами розрахунку армування, необхідного для сприйняття перерізами залізобетонних конструкцій діючих навантажень, встановлено що для окремих елементів залізобетонних стін в осях 4-6/К-М та колон марки К-2.3 параметри розрахункового армування перевищують проектні значення при основних і аварійних сполученнях навантажень.

4. Для забезпечення сейсмостійкості будівлі необхідно виконати заходи з підсилення та ремонту будівельних конструкцій, а саме:

- для підсилення колон марки К2.3 в осях 2/Н на позн. 0,000; +3,600 та колон в межах четвертого, п'ятого, шостого поверхів, в яких виявлено понижений клас бетону за міцністю - влаштуванням сталевих обойм;
- для підсилення залізобетонних стін сходово-ліфтових блоків в осях 4-6/К-М на позн. 0,000; +3,600 - шляхом встановлення додаткових арматурних сіток та нарощування перерізу;
- для забезпечення сейсмостійкості цегляних стін та перегородок відповідно до 7.12.5 [3] влаштувати між гранями перегородок, зовнішніх стін та конструкціями каркаса антисейсмічні шви шириною не менше 20 мм, які заповнити піддатливим матеріалом;
- виконати кріплення стін та перегородок товщиною 120 мм до перекриттів; крок анкерів прийняти не більше 800 мм.

5. Розраховано витрати на підсилення конструкцій для забезпечення сейсмостійкості конструкцій при сейсмічному впливі інтенсивністю 7 балів. Вартість основних матеріалів підсилення конструкцій складає 1 046,8 тис. грн.

РОЗДІЛ 5. АРХІТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ

Розроблено архітектурно-конструктивні рішення із дотриманням вимог до будівель і споруд відповідно до [55] дає розуміння основних напрямків розвитку функціональних процесів та загалом покращення якості життя населення.

При розробці комплексу рішень з архітектурно-конструктивного розділу слід враховувати, перш за все, вимоги до земельної ділянки, яка є визначеною і розташована в місті Мукачево Закарпатської області, також об'ємно-планувальні рішення визначеної існуючої будівлі та оцінка її просторового розміщення відповідно до мережі ландшафтної міської території [52]. А використовуючи підходи формування екологічного каркасу території є можливість покращити систему елементів урбанізованого ландшафту [56].

Даний санаторний лікувально-діагностичний центр є установою громадського обслуговування та потребує опрацювання мереж інженерного забезпечення об'єкта відповідно до [53; 54].

5.1 Просторові рішення та благоустрій

Для комплексної та якісної оцінки містобудівного просторового середовища об'єкту соціальної інфраструктури необхідним є визначення раціональності використання території даного об'єкта. Основним є застосування нормативно-правової бази, яка визначає раціональне розміщення зон рекреаційних, оздоровчих об'єктів, житлової та громадської забудови, транспортної інфраструктури, виробничих, історико-культурних та інших зон в міському просторі, зокрема це Закони України [40; 41; 42]. Також, відповідно до безпосереднього розташування об'єкту дослідження в помірно гірській місцевості, беремо до уваги Закони України та інші [43; 44].

При виборі об'єкту соціальної інфраструктури, а саме санаторного лікувально-діагностичного центру, керуємось необхідністю удосконалення наявних конструктивних рішень з метою забезпечення необхідної міцності,

стійкості, просторової незмінюваності (жорсткості) тощо в умовах настання сейсмічної активності різної інтенсивності (в основному за шкалою Ріхтера, Меркаллі, державною сейсмічною шкалою).

За даними Інституту геофізики НАН України ім. С. І. Субботіна, території сейсмічної активності України переважно розташовані в західних південно-західних та в південних районах, де виділяються два основні сейсмічні регіони: Карпатський і Кримсько-Чорноморський. Місто Мукачево відноситься до Карпатського сейсмічного регіону.

Карту сейсмічної активності відображено на рисунку 5.1 [45].

Ділянка санаторного комплексу розташована в Закарпатській області та визначаються як Карпатський регіон, характеризується землетрусами з вогнищами у Закарпатті, Карпатах, Прикарпатті та на прилеглих територіях сусідніх країн. У [46] зазначено, що глибини вогнищ землетрусів (h) 2-10 км і магнітуди (M) < 5.5 . Внаслідок малої глибини ці землетруси викликають локальні коливання на поверхні ґрунту з інтенсивністю до 7-7.5 балів.



Рисунок 5.1 – Карта сейсмічної активності України

Вибір ділянки з розташованим на ній об'єктом обумовлений забезпеченням цілісності конструкцій об'єкта, деформація яких загрожуватиме обваленням

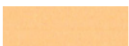
частин будівлі або повною руйнацією будівлі, що несе збитки і загрозу для життя і здоров'я людей. Для цього беремо до уваги, зокрема, [47; 48; 52; 57].

Тому для оцінки фактичної сейсмостійкості визначено об'єкт соціальної інфраструктури санаторний лікувально-діагностичний центр в місті Мукачево Закарпатської області.

Розроблення генерального плану виконане у відповідності [49; 50; 51] на попередньо визначеній міській території, ситуаційна схема та відповідно генеральний план наведено в графічній частині.

На генеральному плані розміщено існуючі будівлі, об'єкти інфраструктури, ландшафту, тощо (таблиця 5.1).

Таблиця 5.1 – Умовні позначення

№ з/п	Познач.	Найменування
1		Санаторний лікувально-діагностичний центр
2		Інші наявні будівлі санаторного комплексу
3		Готельний комплекс лікувального центру
4		Майданчик для тихого відпочинку
5		Дороги
6		Тротуари та доріжки
7		Зелені насадження
8		Квітник

При опрацюванні існуючої сітки розведення асфальтованих доріг і проїздів та відповідно до державних норм [52; 58] виконано розпланування території, що включає в себе дороги, тротуари, покриття відпочинкових майданчиків, ділянки з озелененням (дерева, газони, квітники тощо).

Під'їзд до будівлі здійснюється внутрішньоквартальними проїздами, та в основному з вулиці Івана Франка.

Рельєф Мукачівського району низькогірно-низовинний. На півночі району розташовані відроги Вигорлат-Гутинського вулканічного хребта і передгір'я Карпат, на півдні і південному заході — Закарпатська низовина [60].

В різних частинах району є осередки корисних копалин та функціонує декілька джерел мінеральних вод (підземних питних). А на північний схід від міста Мукачево по обидві сторони річки Визниця розташовано ряд кар'єрів з видобування та переробки андезитів.

Клімат Закарпаття належить до помірно-континентального типу, він теплий, достатньо м'який та найбільш вологий у всій країні. Середня температура повітря в липні $+20^{\circ}\text{C}$. Середня температура січня -9°C [61].

Також беремо до уваги районування гідрогеологічних та екзогенних геологічних процесів відповідно до [57] та загального сейсмічного районування [47]. А для визначення категорії ґрунтів за сейсмічними властивостями використовуємо, зокрема, [47; 62] це буроземно - і буро підзолисті ґрунти. Розрахункова сейсмічність обчислюється за результатами робіт із сейсмічного мікрорайонування ділянки під забудову.

В процесі розроблення конструктивних заходів з підвищення сейсмостійкості будівлі та для подальшої успішної експлуатації необхідно також модернізувати системи водопостачання та водовідведення [63; 64], опалення та вентиляцію [65], відповідно до норм з енергозбереження [66].

Водопостачання об'єкта виконується від магістральних трубопроводів систем холодного і гарячого водопостачання Стоки із санітарно-технічних приміщень відводяться окремою системою виробничої каналізації в зовнішню мережу.

Відновлювальні роботи покриву території та її благоустрій розпочинається після завершення внутрішніх робіт та прокладених інженерних мереж та комунікацій.

5.2 Архітектурно-планувальні рішення

Важливим етапом в становленні української архітектури будівель є

відповідність зовнішнього представлення об'єкту до якісних конструктивних показників та функціональності внутрішніх просторів.

При комплексному розробленні та впровадженні конструктивних заходів з підвищення фактичної сейсмостійкості будівлі санаторно-лікувального діагностичного центру в місті Мукачево включаємо також покращення архітектури екстер'єру задля створення сприятливого середовища пацієнтів та персоналу.

Надихаючись дизайном інноваційних лікувальних центрів з усього світу [67], зокрема, лікарня Penn Medicine, Radnor, USA (рис. 5.2); Національний реабілітаційний центр Rancho Los Amigos, California, USA (рис. 5.3) тощо та їхніми проєктними варіантами конфігурацій в міському просторі можемо наголосити на важливості впровадження подібних рішень. Адже покращення якості життя полягає в створенні безбар'єрного простору, наданні рівних прав та забезпеченні потреб різних верств населення, зокрема маломобільних груп населення [68].



Рисунок 5.2 - Лікарня Penn Medicine, Radnor, USA



Рисунок 5.3 - Національний реабілітаційний центр Rancho Los Amigos,
California, USA

Відповідно до планувальної структури будівля має сім поверхів та підвал. Висота кожного поверху 3,400 м. Будівля є санаторним лікувально-діагностичним центром, тому на кожному поверсі розміщені відповідного функціонального спрямування приміщення, зокрема вестибюлі, коридори, лікарські кабінети, процедурні, підсобні, санвузли, кімнати відпочинку, їдальня, ліфт, сходові клітки тощо. Детальне планування, площі та найменування яких вказано в графічній частині.

Будівля є каркасно-монолітною з утепленням мінватою плитою (товщ. 100 мм) та зовнішніми фасадними панелями (фасадний ламінат). Колони та перекриття утворюють монолітний залізобетонний каркас (забезпечення основної несучої здатності відповідно до [69]), а стіни виконані з цегляного мурування які утворюють оболонку, що має високу жорсткість та стійкість.

Перегородки – цегляна кладка товщ. - 120 мм.

Сходові клітки мають достатню природню освітленість, а для забезпечення протипожежних норм вони запроектовані, як незадимлюванні.

Покрівля плоска з перепадами висот в частинах сходових кліток та конференц-залів.

В усіх приміщеннях наявне достатньо якісне внутрішнє опорядження, зокрема відповідно до функціонального призначення приміщень на підлозі виконана цементно-піщана стяжка, керамічна плитка (гумове покриття, лінолеум, ковrolін, мозаїчне покриття). Оздоблення стін також відповідно до типу приміщення має шар штукатурення, керамічну плитку (шпаклювання, фарбування водоемульсійне, олійне).

Опорядження стель частково фарбування, частково підвісна стеля типу Армстронг.

Встановлені енергозберігаючі металопластові віконні заповнення. Дверні заповнення варіюються залежно від приміщення і виконані з МДФ, металопластику ламінованого, металеві.

Кольорова гамма екстер'єру будівлі наведена в графічній частині в таблиці опорядження фасадів.

Напрямок евакуаційних виходів відповідає нормованому і направлений до прибудинкового простору.

Між підвалом та першим поверхом закладена герметизація та звукопоглинання плит перекриття. Для герметичності використаний гідросклоїзол, для звукопоглинання - звукоізоляція мінераловатною по плитах перекриття.

Сучасне наявне електрообладнання санаторного лікувально-діагностичного центру є нормованим (автоматичне керування освітленням внутрішніх спільних просторів), його використання дозволяє заощаджувати електроенергію та енергоресурси.

Об'ємно-планувальні рішення будівлі включають наявність інженерних систем, забезпечують оптимальний рівень функціонування та безпечну експлуатацію об'єкта.

5.3 Конструктивні рішення

Конструктивні рішення будівлі санаторного лікувально-діагностичного центру є визначеними, адже будівлю збудовано наприкінці 2000-х років, але за час експлуатації періодично відбувались капітальні ремонти та технічне дооснащення. Тому визначимо наявні характеристики та за можливості визначимо необхідність впровадження заходів із підвищення міцності, стійкості, довговічності, надійності конструкцій та будівлі в цілому.

Конструктивна схема будівлі представляється як повний монолітний каркас з залізобетону, тобто виконано зведення цілісного монолітного каркаса, який складається з основи будівлі, перекриттів, колон несучого типу.

Стіни та перегородки виконані з керамічної порожнистої цегли на цементному розчині, яка за характеристиками відповідає [67].

Частина будівлі є утепленою мінераловатними плитами на перекритті та теплоізоляційно-оздоблювальною системою з мінераловатної плити на стінах. Конструкцію утеплення позначено на рис. 5.4

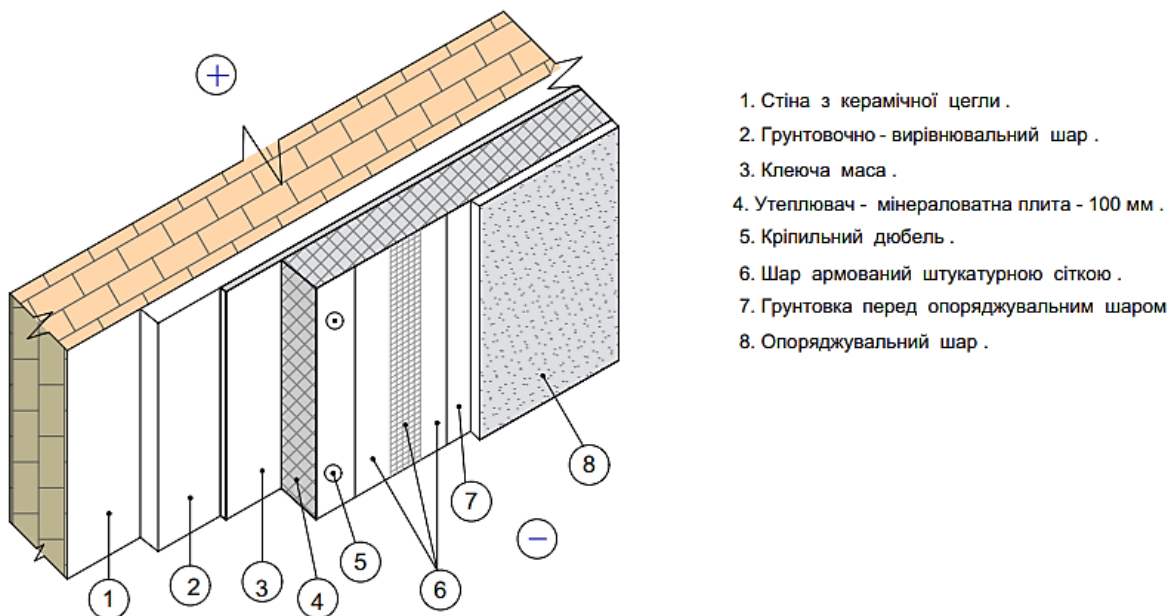


Рис. 5.4 - Зовнішнє утеплення стіни

Фундаменти будівлі під стіни є монолітними залізобетонними стрічковими, а під колони - монолітні залізобетонні стовпчасті. Підготовка під фундаменти бетонна товщиною 100 мм. Всі поверхні фундаментів вкриті гідроізоляцією з бітумної мастики. Нормативна глибина промерзання ґрунтів на даній місцевості відповідно до [77] становить 0,8 м. Найбільш вірогідніше основою під фундаменти є гравійний ґрунт та заповнювач з супіска.

Залізобетонними є також палі, перекриття, перемички, елементи сходів.

Монолітні залізобетонні армовані колони виконані з важкого бетону класу C20/25 розміром 0,4x0,4 м. Їхній крок варіюється на відстані 6,300 м, 3,100 м та 7,100 м у своїх осях.

Покрівля має декілька висотних рівнів та складається з плит покриття, шару утеплення з мінераловатних плит, частково полімер-бітумна гідроізоляція, частково руберойдне накриття. Ухилоутворюючим шаром є пінобетон, який покрито цементно-піщаною стяжкою.

Парапетні стіни та виходи вентиляційних шахт виконані з цегли.

Внутрішня система водовідведення з покрівельних водостічних воронок в задовільному стані.

Віконні прорізи заповнені металопластиковими конструкціями (склопакет двокамерний металопластиковий) різних конфігурацій, також наявні вітражі на алюмінієвому каркасі.

Заповнення дверних прорізів внутрішніх поділяється на блоки металопластикові, двері дерев'яні зі скляними вставками, двері дерев'яні глухі, двері протипожежні (для технічних приміщень), двері спеціальні (для рентгенкабнетів).

Конструкція зовнішніх сходів є бетонна з контурною бітумною гідроізоляцією та зовнішнім облицюванням керамічною плиткою. Бокова частина ганків зашита напівпрозорими армованими полікарбонатними листами, а верхня – обшита оцинкованою тонколистовою сталлю з полімерним покриттям. Дахи на висотній частині будівлі виконані з кроквяної конструкції з обрешіткою та покриті металопрофілем.

Є мережа повітрозабірних шахт та венткамери.

Також визначено:

- клас наслідків CC2 [40],
- ступінь довговічності I,
- ступінь вогнестійкості II [78],
- температурна зона II [80] ,
- розрахункова температура зовнішнього повітря - 20°C.

При подальшій необхідності розрахунку можливих матеріальних збитків або інших втрат від відмови об'єкта, пов'язаних з припиненням експлуатації або із втратою його цілісності, необхідно передбачати прогнозовані сценарії аварій уже після впровадження заходів з підвищення фактичної сейсмостійкості даного об'єкта.

5.4 Безпека життєдіяльності та охорона навколишнього середовища

Для виконання заходів з охорони навколишнього середовища та безпеки життєдіяльності населення необхідним є попереднє виконання оцінки впливів на навколишнє середовище, тобто за наявності запланованої діяльності визначити масштаби та рівні впливу цих проєктних рішень на навколишнє середовище та, якщо такі впливи є негативними, то визначення дій щодо запобігання або максимального зменшення таких впливів на навколишнє середовище.

Для такого комплексу робіт необхідно визначити доступність, доцільність, прийнятність проєктних рішень, тому визначаємо характеристику існуючого стану проєктної ділянки згідно з [70; 75], враховуючи геологічні, технологічні, санітарні та інші особливості.

До комплексу заходів щодо попередження, обмеження та пом'якшення небезпечних впливів від будівництва, реставрації, капітального ремонту, модернізації входить [70]:

- дотримання вимог природоохоронного, санітарного, містобудівного рекреаційного тощо законодавств [71];

- дотримання екологічних, санітарно-епідеміологічних, інженерно-технічних, архітектурно-планувальних функціональних обмежень;
- забезпечення об'єкта інженерними мережами та технічними компонентами, що виключають можливість ерозії ґрунту;
- моніторинг антропогенного впливу при прокладанні автомобільної мережі доріг [72];
- відсутність джерел електромагнітного випромінювання;
- відсутність викиду в атмосферу шкідливих речовин;
- благоустрій, озеленення, контроль стану визначеної території [52].

За можливості впровадження інноваційних заходів передбачаємо встановлення системи автоматизованої установки пожежної сигналізації [73], оповіщення з якої відбуватиметься сигнальною сиреною, яка встановлюється на кожному поверсі на висоті не менше 2,5 м від рівня підлоги. Електроживлення системи здійснюється від мережі змінного струму 220В, резервне електроживлення - від вмонтованої в центральній акумуляторної батареї.

Одним з основних критеріїв безпеки життєдіяльності населення є наявність евакуаційних шляхів та виходів, які відповідають нормативним показникам [73; 74]. Також наявне заземлення трубопроводів, щитків, розеточних груп.

Зовнішнє пожежогасіння відбувається від пожежних гідрантів, які розташовані в системі міського протипожежного водопроводу.

Система вентиляції є справною та унормованою [65], а повітря, що викидається в атмосферу з цієї системи, не містить забруднюючі шкідливі речовини і розсіюється.

Система збирання та вивезення сміття, відходів і нечистот відповідає загальним вимогам експлуатації санітарно-гігієнічних приміщень [54; 71].

5.5 Техніко-економічні показники

Техніко-економічні показники об'єкту визначаємо, виходячи з розрахунку існуючого планування будівлі, її конфігурацію на ділянці, також замірюючи

асфальтні шляхи руху та ділянки з озелененням. Обчислення обсягів території виконано у відповідності нормативам [50; 51; 52; 53; 54]. Техніко-економічні показники будівлі та розподіл території виконано в процесі розроблення генерального плану, а саме:

1. Будівля санаторного лікувально-діагностичного центру:

- 1.1 Поверховість – 7 поверхів;
- 1.2 Загальна площа будівлі – 5283,50 м²;
- 1.3 Корисна площа – 4760,24 м²;
- 1.4 Розрахункова площа – 3434,23 м²;
- 1.5 Будівельний об'єм будівлі – 22083,70 м³,
зокрема нижче відм. 0.000 – 3003,80 м³.

2. Розпланування земельної ділянки:

- 2.1 Площа забудови санаторного лікувально-діагностичного центру - 835,66 м² (включно вимощення, входні групи);
- 2.2 Площа забудови інших будівель санаторного комплексу – 2770,25 м²;
- 2.3 Площа покриття - 3628,09 м²;
- 2.4 Площа озеленення - 1886 м² (включно квітники);
- 2.5 Загальна площа земельної ділянки - 9120 м².

Щодо щільності забудови даної території визначаємо, що відсоток площі забудови від загальної площі території складає 39,54%, а відсоткове співвідношення озеленення всієї території до покриття складає 34,2% до 65,8%. Згідно з [52] розпланування території санаторного комплексу відповідає нормативному.

5.6 Висновки за розділом

Дана монолітно-каркасна будівля має ряд переваг у своїй будові, адже такий тип будівництва надає кращу міцність (за рахунок цільно-заливної безшовної монолітної структури каркасу та поясів жорсткості) і стійкість до навколишніх впливів (відсутність стиків та «містків холоду»), а цілісність

конструкцій гарантує довговічність за умови дотримання експлуатаційних вимог.

Наразі будівля перебуває в експлуатації понад два десятки років і попри проведення комунікаційно-ремонтних робіт потребує конструктивних модернізаційних заходів, адже мінімізування руйнувань від стихійних та інших впливів є основною метою для збереження життя і здоров'я населення.

При необхідності відновлення каркасно-монолітного будинку виконується обстеження технічного стану [81] та проводиться розрахунок несучої здатності, фактичних та проєктних навантажень, інженерно-геологічні вишукування. Розраховується приблизна вартість можливих збитків та доцільність проведення конструктивно-технічних заходів. Розробляються варіанти підсилення або відновлення окремих конструкцій або частин будівлі.

РОЗДІЛ 6. Охорона паці т та безпека в надзвичайних ситуаціях

У цьому розділі магістерської дипломної роботи досліджуються склад і зміст основних проектних рішень із безпеки праці та цивільного захисту в процесі оцінювання сейсмостійкості будівель. Відповідно, роботодавець зобов'язаний створити на робочому місці в кожному структурному підрозділі умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечити додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці. Це забезпечить не лише безпечність умов праці, а й створить відповідний настрій всередині колективу.

Отже, на проєктантів, які повинні оцінити сейсмостійкість будівель і врахувати результати цього оцінювання в проектно-технологічній документації, впливають такі шкідливі та небезпечні виробничі фактори: фізичні, хімічні та трудового процесу [1, 2].

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, загальною кількістю стереотипних робочих рухів, величиною статичного навантаження, робочою позою, переміщенням у просторі. Напруженість праці характеризують: сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

6.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта

6.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Проектно-технологічна документація (ПТД) згідно з ДБН А.3.1-5 містить проекти організації будівництва (ПОБ) та проекти виконання робіт (ПВР). ПОБ повинен містити ситуаційні рішення з організації і функціонування будівельного майданчика. ПВР повинен містити конкретні проектні рішення із забезпечення безпеки праці, які визначають технічні засоби і методи робіт і забезпечують виконання нормативних вимог безпеки праці. Не допускається замінювати проектні рішення витягами з норм і правил безпеки праці, які рекомендується зазначати тільки як обґрунтування для розробки відповідних рішень [3].

Вихідними даними для розроблення проектної документації з безпеки праці є:

- вимоги законодавчих, нормативних документів з безпеки праці;
- типові рішення із забезпечення виконання вимог безпеки праці;
- довідники, посібники, каталоги засобів захисту працюючих;
- методичні документи із запобігання травматизму, опрацьовані, зокрема, на основі досвіду зведення будівельних об'єктів;
- інструкції заводів-виробників будівельних матеріалів і виробів із забезпечення безпеки праці в процесі їх застосування;
- інструкції заводів-виробників машин і устаткування, що застосовуються під час виконання робіт.

Під час розроблення проектної документації з організації будівельних майданчиків, ділянок робіт, робочих місць необхідно виявляти небезпечні виробничі фактори, визначати і зазначати в проектно-технологічній документації зони їх дії.

У проекті виконання робіт необхідно зазначити заходи з: додержання технології монтажу конструкцій та обладнання; зменшення обсягів та трудомісткості робіт, які виконуються в умовах виробничої небезпеки; безпечного розміщення машин і механізмів; організації робочих місць із використанням технічних засобів безпеки.

Крім цього повинні бути зазначені: номенклатура та необхідна кількість

пристроїв, пристосувань та засобів індивідуального та колективного захисту працівників; засоби освітлення будівельного майданчика, робочих місць, проходів та проїздів, а також засоби сигналізації та зв'язку; вимоги до санітарно-побутового обслуговування працівників.

Вимоги з безпеки праці повинні ураховуватися та бути зазначені у календарному плані виконання робіт, будівельному генеральному плані об'єкта (БГП) і у технологічних картах (організаційно-технологічних схемах) на виконання робіт, пояснювальній записці.

Організаційні заходи із забезпечення безпеки виконання робіт повинні містити: визначення робіт, які виконуються за нарядами-допусками; спільні заходи генпідрядника (субпідрядника, підрядника) та замовника на виконання робіт на території діючих підприємств або поблизу будівель та комунікацій; спільні заходи генпідрядника та субпідрядника (підрядника) із забезпечення безпеки виконання сумісних робіт.

Під час опрацювання календарного плану виконання робіт необхідно передбачати таку послідовність виконання робіт, щоб кожна із робіт, що виконується, не була джерелом виробничої небезпеки для працівників, що виконують роботи одночасно, або будуть виконувати наступні роботи.

Строки виконання робіт і потребу в трудових ресурсах необхідно визначати з потреби забезпечення безпечного ведення робіт і часу на виконання заходів для безпечного виконання робіт (тимчасове кріплення елементів будівельних конструкцій у проектному положенні, улаштування укосів або кріплення стін виїмок у ґрунті, улаштування тимчасових захисних огорож під час виконання робіт на висоті тощо).

У разі одночасного виконання робіт кількома організаціями на одному будівельному майданчику (будівлі) строки і місця їх виконання (як у плані, так і по вертикалі) необхідно погоджувати під час розроблення календарного плану.

Під час опрацювання будівельного генерального плану необхідно визначити небезпечні зони поблизу місць переміщення вантажів підйомно-

транспортним устаткуванням, будівлі або споруди, що будується, повітряних ліній електропередачі, а також місць зберігання вибухонебезпечних та горючих матеріалів, шкідливих речовин тощо.

На БГП також необхідно позначити місця розміщення санітарно-побутових приміщень, автомобільних та пішохідних доріг, що визначають з урахуванням небезпечних зон, джерел освітлення, огорож території будівельного майданчика.

Будівельний майданчик і ділянки, що огорожуються всередині майданчика, повинні бути забезпечені не менше ніж двома в'їздами-виїздами (виняток – будівництво об'єктів в умовах ущільненої забудови). Разом з тим ширина воріт для проїзду автомобілів повинна бути не менше ніж 4,5 м, а для залізничного транспорту – 4,9 м (якщо немає інших обмежень, то ширина воріт для автомобільного транспорту може визначатись за спрощеною схемою - ширина транспортного засобу плюс 1,5 м).

Для запобігання впливу на працюючих шкідливих виробничих факторів, шкідливих речовин у повітрі робочої зони тощо необхідно:

- визначати ділянки робіт, на яких можливий вплив шкідливих виробничих факторів, що зумовлені визначеною технологією та умовами виконання робіт;
- забезпечити працюючих відповідними засобами безпеки;
- передбачати, за необхідності, спеціальні заходи з очищення від шкідливих речовин технологічних стоків та викидів, а також зберігання небезпечних та шкідливих речовин;
- передбачати необхідні заходи захисту під час використання приладів, що містять радіоактивні ізотопи і є джерелами іонізуючих випромінювань, а також під час застосування лазерів.

Для запобігання падінню конструкцій, виробів чи матеріалів із висоти під час переміщення їх краном або у разі втрати стійкості під час монтажу чи складування в проекті необхідно зазначати:

- засоби контейнеризації і тару для переміщення штучних і сипких

матеріалів, бетону та розчину з урахуванням характеру вантажу, що переміщується, і зручності подавання його до місця робіт;

- вантажозахоплювальні пристрої (вантажні стропи, траверси, монтажні захвати) з урахуванням маси та габаритів вантажу, що переміщується, умов стропування і монтажу;

- способи стропування, що забезпечують подачу елементів під час складування та монтажу у проектному або близькому до проектного положенні;

- пристосування (піраміди, касети) для стійкого зберігання елементів конструкцій;

- порядок і способи складування виробів, матеріалів, обладнання;

- способи остаточного закріплення конструкцій;

- способи тимчасового закріплення елементів, що розбираються, під час демонтажу конструкцій будинків і споруд;

- способи видалення відходів будівельних матеріалів і сміття;

- необхідність улаштування захисних перекриттів (настилів), суцільних козирків, огорож під час виконання будівельно-монтажних робіт по одній вертикалі.

6.1.2 Електробезпека

Живлення силового обладнання будівельного майданчика та системи освітлення здійснюється від чотирьохпровідної трифазної мережі 380 х 220В (фазна напруга (фаза – "0") – 220В, а міжфазна лінійна (фаза – фаза) – 380В).

Категорія умов по небезпеці електротравматизму – без підвищеної небезпеки за відсутності в приміщенні таких факторів. Технічні рішення щодо запобігання електротравмам [4, 5]:

для запобігання електротравм від контакту з нормально-струмопровідними елементами електроустаткування, необхідно: 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 у закритих конструкціях підлоги;

електрозахисні засоби захисту (до 1000 В): основні: ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками та додаткові: діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

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.

6.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

6.2.1. Мікроклімат

Нормуються параметри мікроклімату в виробничих приміщеннях та гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони. Тяжкість роботи розділяється на категорії залежно від загальних енерговитрат організму, ккал/с (Вт) [6]. Параметри мікроклімату в виробничому приміщенні, де встановлена лінія, наведено в таблиці 1.

Таблиця 6.1 – Нормування параметрів мікроклімату на непостійних робочих місцях

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

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату на робочому місці технологічного персоналу передбачається [7]: в холодну пору року використання калорифера; в літню пору застосування вентиляторів

обдуву; провітрювання приміщення.

6.2.2. Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується концентраціями (ГДК) в мг/м. В умовах роботи на граничнодопустимих концентраціях можливими забруднювачами повітря робочої зони можуть бути пил та шкідливі гази, їх ГДК [6] наведено в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Пил нетоксичний	0.5	0.15	4
Вуглець (II) оксиду	20		4

Для забезпечення складу повітря робочої зони передбачено [7]: провітрювання приміщення; цілісність вікон для перешкоджання попадання пилу в приміщення під час роботи лінії; встановлення пиловловлюючих засобів.

6.3. Виробниче освітлення

Характеристика зорових робіт – малої точності. Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 [8] розряд зорової роботи IV, підрозряд «г».

Для загального освітлення приміщень рекомендується використовувати головним чином, світлодіодні лампи, що обумовлюється наступними перевагами: високою світловою віддачею (до 75 лм/Вт і більше); довгим часом використання (до 10000 годин); малою яскравістю поверхні, що світиться; спектральним складом випромінюючого світла (для деяких видів ламп цей склад є близьким до природного світла, що забезпечує гарну передачу кольорів).

При експлуатації здійснюється контроль за рівнем напруги

освітлювальної мережі, своєчасна заміна перегорілих ламп, забезпечується чистота повітря у приміщенні.

Таблиця 6.3 – 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		
Малої точності	Від 1,0 до 5 включно	V	г	середній великий великий	світлий світлий середній	-	200	3	1,8

6.4. Виробничий шум

Для відносної логарифмічної шкали в якості нульових рівнів обрані показники, що характеризують мінімальний поріг сприйняття звуку людським вухом на частоті 1000 Гц. Нормативним документом, який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є «ССБТ. Шум. Загальні вимоги безпеки» [9] (таблиця 6.4).

Таблиця 6.4 – Рівень звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц								
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Постійні робочі місця в промислових приміщеннях	107	95	87	82	78	75	73	71	69

Засоби боротьби із шумом в залежності від числа осіб, для яких вони призначені, поділяються на засоби індивідуального захисту і на засоби колективного захисту - «ССБТ. Засоби індивідуального захисту органів слуху. Загальні технічні умови і методи випробувань» і «Засоби і методи захисту від шуму. Класифікація». Для зниження шуму в приміщенні, необхідно:

- безпосередньо біля джерел шуму використовувати звукопоглинаючі матеріали для покриття стелі, стін, застосовувати підвісні звукопоглиначі;
- для боротьби з вентиляційним шумом потрібно застосовувати мало шумові вентилятори.

6.5 Психофізіологічні фактори

Психофізіологічні фактори визначаються відповідно до Гігієнічної класифікації праці [1]. Робота монтажника будівельних конструкцій потребує великих фізичних зусиль за важкістю та напруженістю праці.

Клас умов праці за показниками важкості праці – допустимий (середньої важкості): загальні енергозатрати організму (кГ/м) – до 290; зовнішнє фізичне динамічне навантаження, виражене в одиницях механічної роботи за зміну, кГ/(Вт): при регіональному навантаженні (для чоловіків) – 13000; при загальному навантаженні (за участю м'язів рук, тулуба, ніг) – до 44000; маса вантажу, що постійно підіймається та переміщується вручну, кГ – до 30 кГ; стереотипні робочі рухи: при локальному навантаженні (участь м'язів кистей та пальців рук) – до 40000; при регіональному навантаженні (участь рук та плечового суглоба) – до 20000; статичне навантаження (кГ/с): двома руками (чоловіки) – до 70000; за участю м'язів тулуба та ніг – до 100 000; робоча поза: періодичне перебування в незручній позі (робота з поворотом тулуба, незручним розташуванням кінцівок) та/або фіксованій позі (неможливість зміни взаємного розташування різних частин тіла відносно одна одної) до 25% часу зміни; перебування у вимушеній позі до 10%, в позі «стоячи» – до 60% часу зміни; нахил тулуба: вимушені нахили протягом зміни – 51-100 разів; переміщення у просторі (переходи через виконання технологічного процесу) – по горизонталі більше 8, вертикалі – 4 км.

6.6. Класи умов праці за показниками напруженості праці:

Інтелектуальні навантаження: зміст роботи - рішення складних завдань з вибором за алгоритмом; сприймання інформації та їх оцінка – сприймання інформації з наступною корекцією дій та операцій; розподіл функцій за ступенем складності завдання – обробка, контроль, перевірка завдання;

характер виконуваної роботи – робота за встановленим графіком з можливим його коригуванням під час діяльності. Сенсорні навантаження: зосередження (%за зміну) – більше 75; щільність сигналів (звукові за 1 год) – більше 300; навантаження на голосовий апарат (протягом тижня) – від 20 до 25. Емоційне навантаження: ступінь відповідальності за результат своєї діяльності – є відповідальним за функціональну якість основної роботи; ступінь ризику для власного життя – вірогідний; ступінь відповідальності за безпеку інших осіб – є відповідальним за безпеку інших. Режим праці: тривалість робочого дня – 8 год; змінність роботи – однозмінна (без нічної зміни).

3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Дослідження стійкості роботи системи

7. Економічна частина

Розраховано витрати на підсилення конструкцій для забезпечення сейсмостійкості конструкцій при сейсмічному впливі інтенсивністю 7 балів. Вартість основних матеріалів підсилення конструкцій складає 1 046,8 тис. грн.

ВИСНОВКИ

Дана монолітно-каркасна будівля має ряд переваг у своїй будові, адже такий тип будівництва надає кращу міцність (за рахунок цільно-заливної безшовної монолітної структури каркасу та поясів жорсткості) і стійкість до навколишніх впливів (відсутність стиків та «містків холоду»), а цілісність конструкцій гарантує довговічність за умови дотримання експлуатаційних вимог.

Наразі будівля перебуває в експлуатації понад два десятки років і попри проведення комунікаційно-ремонтних робіт потребує конструктивних модернізаційних заходів, адже мінімізування руйнувань від стихійних та інших впливів є основною метою для збереження життя і здоров'я населення.

При необхідності відновлення каркасно-монолітного будинку виконується обстеження технічного стану [81] та проводиться розрахунок несучої здатності, фактичних та проєктних навантажень, інженерно-геологічні вишукування. Розраховується приблизна вартість можливих збитків та доцільність проведення конструктивно-технічних заходів. Розробляються варіанти підсилення або відновлення окремих конструкцій або частин будівлі.

В роботі проаналізовано положення нормативних документів України [2, 3, 7], європейських [8] та інших міжнародних норм, вітчизняних та закордонних публікацій, присвячених оцінці фактичної сейсмостійкості будівель і споруд, що експлуатуються в сейсмічних районах України.

Встановлено, що забезпеченню сейсмостійкості об'єктів соціальної інфраструктури (шкіл, дитячих садків, лікарень, поліклінік) приділяється особлива увага, враховуючи суттєву вразливість вказаних будівель і споруд при сейсмічних подіях - через велику кількість осіб, що можуть перебувати в них під час землетрусів, та необхідність збереження функціональної придатності медичних закладів при ліквідації наслідків руйнівних землетрусів

Зважаючи на велику кількість закладів, що знаходяться в сейсмічно небезпечних районах, оцінку фактичної сейсмостійкості будівель і споруд варто виконувати із застосуванням методів прискореного візуального обстеження, за

результатами якого визначається необхідність детальних обстежень, перевірних розрахунків та розробки методів підсилення конструкцій.

Заходи із підсилення мають виконуватись у стиснуті терміни, щоб зменшити час припинення роботи закладів. При цьому перевагу слід надавати технологіям, що не зменшують корисні площі приміщень, не супроводжуються підвищеним шумом та вібрацією.

Вибір способів та технології підвищення сейсмостійкості має ґрунтуватися не тільки на результатах розрахунку міцності та надійності конструкцій, але й на результатах економічного обґрунтування, що особливо важливо для країн з економіками, що розвиваються.

Визначені мета, задачі, методи досліджень, обрано програмний комплекс для виконання моделювання та чисельних розрахунків за методом скінченних елементів.

В якості об'єкту досліджень обрано 7-ми поверхову адміністративну будівлю медичного закладу, що була запроектована за схемою монолітного залізобетонного безригельного каркасу у сейсмічному районі України з інтенсивністю сейсмічних впливів 7 балів, але зведення якої не було завершено.

Виконано аналіз об'ємно-планувального та конструктивного рішення будівлі, аналіз результатів обстеження технічного стану конструкцій об'єкта незавершеного будівництва, що включав візуальне обстеження та інструментальні дослідження фактичної міцності та однорідності бетону та параметрів армування залізобетонних несучих конструкцій.

На підставі проектних даних, результатів візуального та інструментального обстеження розроблено тривимірну комп'ютерну модель 7-ми поверхової каркасної будівлі з використанням програмного комплексу «ЛІРА САПР». Сейсмічні навантаження задані за спектральним методом ДБН [3].

За результатами чисельних досліджень просторової розрахункової моделі будівлі отримано динамічні характеристики будівлі та параметри НДС конструкцій в умовах аварійного сполучення навантажень з урахуванням сейсмічного впливу 7 балів.

За результатами чисельних досліджень отримано наступні висновки:

Значення максимальних перекосів поверхів будівлі при сейсмічному впливі інтенсивністю 7 складає 0,0011 їх висоти, що не перевищує допустиме значення 0,004 для даного типу конструктивної схеми згідно з [3].

Максимальні прогини перекриття на прогоні 6300 мм складають $6,7/6300=0,001$, що значно менше за гранично допустиму величину $1/200$ згідно з [34].

За результатами розрахунку армування, необхідного для сприйняття перерізами залізобетонних конструкцій діючих навантажень, встановлено що для окремих елементів залізобетонних стін в осях 4-6/К-М та колон марки К-2.3 параметри розрахункового армування перевищують проектні значення при основних і аварійних сполученнях навантажень.

Для забезпечення сейсмостійкості будівлі необхідно виконати заходи з підсилення та ремонту будівельних конструкцій, а саме:

для підсилення колон марки К2.3 в осях 2/Н на позн. 0,000; +3,600 та колон в межах четвертого, п'ятого, шостого поверхів, в яких виявлено понижений клас бетону за міцністю - влаштуванням сталевих обойм;

для підсилення залізобетонних стін сходово-ліфтових блоків в осях 4-6/К-М на позн. 0,000; +3,600 - шляхом встановлення додаткових арматурних сіток та нарощування перерізу;

для забезпечення сейсмостійкості цегляних стін та перегородок відповідно до 7.12.5 [3] влаштувати між гранями перегородок, зовнішніх стін та конструкціями каркаса антисейсмічні шви шириною не менше 20 мм, які заповнити піддатливим матеріалом;

виконати кріплення стін та перегородок товщиною 120 мм до перекриттів; крок анкерів прийняти не більше 800 мм.

Розраховано витрати на підсилення конструкцій для забезпечення сейсмостійкості конструкцій при сейсмічному впливі інтенсивністю 7 балів. Вартість основних матеріалів підсилення конструкцій складає 1 046,8 тис. грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Глуховський, В., Немчинов, Ю., Мар'єнков, М., & Бабік, К. (2023). Сейсмостійке будівництво в Україні: стан експериментально-теоретичних досліджень та розробка нормативної бази. Наука та будівництво, 37(3). <https://doi.org/10.33644/313-6679-3-2023-5>
2. ДБН Б.2.2-12:2019 Планування та забудова територій. - К.: Мінрегіон України, 2019. – 177 с.
3. ДБН В.1.1-12:2014. Будівництво у сейсмічних районах України. – К.: Мінрегіонбуд України, 2014. – 117 с.
4. Kulbaev, B., & Shokbarov, E. (2021). Паспортизація будівель і споруд існуючої забудови міста Алмати. Наука та будівництво, 29(3), 24-28. <https://doi.org/10.33644/2313-6669-14-2021-3>
5. Немчинов Ю.И. Сейсмостойкость зданий и сооружений. В двух частях. – К.: Гудименко С.В., 2008. – 480 с.
6. Аналітичні панелі Національної служби здоров'я України. <https://edata.e-health.gov.ua/e-data/dashboard>
7. ДБН В.2.2-10:2022 Заклади охорони здоров'я. Основні положення. – К.: Мінрегіон України, 2022. – 67 с.
8. ДСТУ-Н Б EN 1998-1:2010 Єврокод 8. Проектування сейсмостійких конструкцій. Частина 1. Загальні правила, сейсмічні дії, правила щодо споруд (EN 1998-1:2004, IDT).
9. A. Pothon In-Depth Analysis Of Damage Caused By The 2018 Earthquakes Sequence To The North-Lombok Hospital/ 17th World Conference on Earthquake Engineering, 17WCEE Sendai, Japan - September 13th to 18th 2020.
10. A. De Sortis, G. Di Pasquale, G. Orsini, T. Sano, S. Biondi⁵, C. Nuti, L. Vanzi hospitals behavior during the september 1997 earthquake in umbria and marche (italy)// 12th World Conference on Earthquake Engineering, Auckland, New Zealand, Paper number 2514. Режим доступу: <https://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/2514.pdf>

- 11.K.C. Kuo, M. Banba, Y. Suzuki Loss analysis of medical functionality due to hospital's earthquake-induced damages// The 14th World Conference on Earthquake Engineering, October 12-17, 2008, Beijing, China, Paper number 0066. Режим доступу: https://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/14_10-0066.PDF
- 12.Chai, Juin-Fu & Hwang, Jenn-Shin & Lin, Fan-Ru & Liu, Kuang-Yen & Lin, Zhen - Yu. (2014). Seismic Evaluation and Strengthening Guidelines for Hospital Buildings/ The 5th Asia Conference on Earthquake Engineering October 16-18, 2014. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/278679478_Seismic_Evaluation_and_Strengthening_Guidelines_for_Hospital_Buildings
- 13.J. Sherstobitoff, M. Rezai, M. Wong Seismic Upgrade Of Lions Gate Hospital's Acute Tower South// 13th World Conference on Earthquake Engineering Vancouver, B.C., Canada August 1-6, 2004 Paper No. 1423. Режим доступу: https://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/13_1423.pdf
- 14.A. Muñoz, D. Quiun, M. Tinman Repair And Seismic Retrofitting Of Hospital And School Buildings In Peru// 13th World Conference on Earthquake Engineering Vancouver, B.C., Canada August 1-6, 2004 Paper No. 2000. Режим доступу: https://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/13_2000.pdf
- 15.Kubin, Joseph & Kubin, D & Özmen, A & Eroğlu, E & Sucuoglu, Haluk & Sadan, Bahadır & Akkar, Sinan. (2012). Seismic Isolated Hospital Design Practice in Turkey: Erzurum Medical Campus// 15th World Conference on Earthquake Engineering, Lisbon, Portugal, 2012 Paper No 4745. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/358265736_Seismic_Isolated_Hospital_Design_Practice_in_Turkey_Erzurum_Medical_Campus
- 16.ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016 Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану
- 17.ДСТУ Б В.2.6-210:2016 Оцінка технічного стану сталевих будівельних конструкцій, що експлуатуються
- 18.ДСТУ-Н Б В.1.2-17:2016 Настанова щодо науково-технічного моніторингу будівель і споруд

19. Глуховський, В., Мар'єнков, М., Бабік, К., & Самойленко, С. (2023). Особливості науково-технічного супроводу об'єктів будівництва в сейсмічних районах на етапах будівництва та експлуатації. *Наука та будівництво*, 33(3-4). <https://doi.org/10.33644/10.33644/2313-6679-34-2022-3>
20. Kulbaev, B., & Shokbarov, E. (2021). Паспортизація будівель і споруд існуючої забудови міста Алмати. *Наука та будівництво*, 29(3), 24-28. <https://doi.org/10.33644/2313-6669-14-2021-3>
21. Дорофеев В. С. Использование мирового опыта при определении факторов украинской системы визуальной оценки сейсмостойкости / В.С. Дорофеев, А. В. Мурашко, И. Бенради // Будівельні конструкції. - 2015. - Вип. 82. - С. 118-124. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/buko_2015_82_11
22. Murashko, Oleksiy & Ilham, Bagoes & Abdelhadi, M. (2020). Approval of the developed visual assessment of seismic resistance, taking into account the irregular wall infill. *Bulletin of Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture*. 34-40. DOI:10.31650/2415-377X-2020-78-34-40
23. Серия 0.00-2.96с. Повышение сейсмостойкости зданий. Выпуск 0-1. Каменные и кирпичные здания. Материалы для проектирования (Серія 0.00-2.96с. Підвищення сейсмостійкості будівель. Випуск 0-1. Кам'яні та цегляні будинки. Матеріали для проектування)
24. Сборник схем и рекомендаций по правилам сейсмостойкого строительства объектов жилищно-гражданского и производственного назначения. – Алма-Ата: КазПКТИАгросторой, 1988. (Збірник схем та рекомендацій за правилами сейсмостійкого будівництва об'єктів житлово-цивільного та виробничого призначення)
25. Каталог конструктивных решений по усилению и восстановлению строительных конструкций производственных зданий и сооружений. - Минск: Авторемпромпроект, 1987. (Каталог конструктивних рішень щодо підсилення та відновлення будівельних конструкцій виробничих будівель та споруд)
26. Cheryl M. Burwell; John D. Hooper; Robert D. Anderson Seismic Strengthening Of Harborview Medical Center Using Frp Reinforcement//Proceedings of the 8th U.S.

- National Conference on Earthquake Engineering April 18-22, 2006, San Francisco, California, USA. Paper No459. Режим доступу: <https://quakewrap.com/frp%20papers/SeismicStrengtheningofHarborviewMedicalCenterUsingFRPReinforcement.pdf>
27. Pohoryles, D. A.; Bournas, D. A.; Da Porto, F.; Santarsiero, G.; Triantafyllou, T.; Oliveira, D.; Jelle, B. P., Technologies for the combined seismic and energy upgrading of existing buildings, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2022, doi:10.2760/86567, JRC128458.
 28. Программный комплекс ЛИРА-САПР. Руководство пользователя. Обучающие примеры. Под ред. академика АИН Украины А. С. Городецкого. – Электр. издание.: 2017. – 535с.
 29. ДБН В.1.2-14:2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. – К.: Мінрегіонд України, 2018.
 30. ДСТУ Б В.2.7-226:2009 Бетони. Ультразвуковий метод визначення міцності
 31. ДСТУ Б В.2.6-4-95 Конструкції залізобетонні. Магнітний метод визначення товщини захисного шару бетону і розташування арматури
 32. ДСТУ Б В.2.7-224:2009 Бетони. Правила контролю міцності
 33. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи. Норми проектування. – К.: Мінбуд України, 2006 р. – 75 с.
 34. ДСТУ Б В.1.2-3: 2006 Прогини і переміщення. Вимоги проектування
 35. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення проектування.- К.: Мінрегіонбуд України, 2009.
 36. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. - К.: Мінрегіонбуд України, 2011.
 37. Мальганов А.И., Плевков В.С., Полищук А.И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий. Атлас схем и чертежей (Відновлення та підсилення будівельних конструкцій аварійних та реконструйованих будівель. Атлас схем та креслень)
 38. Металопрокат прайс-лист ціна. Режим доступу: <https://metinvest-smc.com/ua/catalog/>

- 39.Бетон прайс-лист ціна. Режим доступу: <https://www.betongroup4.com.ua/betony>
- 40.Закон України: Про регулювання містобудівної діяльності. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17#Text>
- 41.Закон України Про охорону навколишнього природного середовища. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>
- 42.Закон України Про благоустрій населених пунктів. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2807-15#Text>
- 43.Закон України Про статус гірських населених пунктів в Україні. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/56/95-%D0%B2%D1%80#Text>
- 44.Постанова Про затвердження Порядку проведення моніторингу рівня безпеки об'єктів критичної інфраструктури. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/821-2022-%D0%BF#Text>
- 45.Карти України URL: <https://geomap.land.kiev.ua/terrain.html>
- 46.Сейсмічність України. Дані Інституту геофізики НАН України ім. С. І. Субботіна, Київ. URL: <http://wdc.org.ua/uk/node/192>
- 47.ДБН В.1.1-12:2014. Будівництво в сейсмічних районах України. – К.: Мінрегіонбуд України, «Укрархбудінформ». - 2015. – 110 с.
- 48.ДСТУ-Н Б EN 1998-1:2010. Єврокод 8. Проектування сейсмостійких конструкцій. Частина 1. Загальні правила, сейсмічні дії, правила щодо споруд (EN 1998-1:2004, IDT). – 2014. – 304 с.
- 49.ДБН Б.1.1-15:2021. Склад та зміст генерального плану населеного пункту. - К.: Мінрегіонбуд України. – 2022. – 81 с.
- 50.ДСТУ Б А.2.4-6:2009. Правила виконання робочої документації генеральних планів. - К.: Мінрегіонбуд України. – 2010. – 38 с.
- 51.ДСТУ 9243.4:2023. Система проєктної документації для будівництва. Основні вимоги до проєктної документації. – К.: ДП «УкрНДНЦ». – 2024. – 59 с.
- 52.ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. - К.: Мінрегіонбуд України. . – 2019. – 183 с.
- 53.ДБН В.2.2-9:2018. Громадські будинки та споруди. - К.: Мінрегіонбуд України. – 2019. – 47 с.

- 54.ДБН В.2.2-10:2022. Заклади охорони здоров'я. - К.: Мінрегіонбуд України. – 2022. – 73 с.
- 55.Закон України Про будівельні норми. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1704-17#Text>
- 56.Цигичко С. П. Екологія в архітектурі і містобудуванні : навч. посібник / С. П. Цигичко; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х : ХНАМГ, 2012. – 146 с.
- 57.ДБН В.1.1-24:2009. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. - К.: Мінрегіон України. – 2010. – 108 с.
- 58.ДБН В.2.3-5:2018. Вулиці та дороги населених пунктів. Зі Зміною № 1. - К.: Мінрегіонбуд України. – 2018.
- 59.Клімат українських Карпат. URL: <https://koruna.ua/articles/klimat-ukrayinskyh-karpat-osoblyvosti-sezoniv-ta-pir-roku/>
- 60.Мукачівський район. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%83%D0%BA%D0%B0%D1%87%D1%96%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%B0%D0%B9%D0%BE%D0%BD_\(1953%E2%80%942020\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%83%D0%BA%D0%B0%D1%87%D1%96%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%B0%D0%B9%D0%BE%D0%BD_(1953%E2%80%942020))
- 61.ДБН Б.1.1-14:2021. Склад та зміст містобудівної документації на місцевому рівні. - К.: Мінрегіон України. – 2022. – 81 с.
- 62.Семенова Ю.В. Фізичні параметри коливань ґрунтів в задачах сейсмічного районування. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора фізико-математичних наук за спеціальністю 04.00.22 – геофізика (103 – Науки про Землю). – Інститут геофізики ім. С. І. Субботіна НАН України, Київ, 2021.
- 63.ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. - К.: Мінрегіон України. – 2013. – 180 с.
- 64.ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. Зі Зміною № 1. – К.: Мінрегіон. – 2013.
- 65.ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. - К.: Мінрегіон України. – 2013. – 147 с.

- 66.ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – К.: Мінрегіон. – 2022.
- 67.Найкращі проекти медичних закладів 2021. URL: <https://medconstructor.org/2023/01/06/najkrashhi-proekti-medichnix-zakladiv-2021/>
- 68.ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. - К.: Мінрегіон України. – 2018. – 68 с.
- 69.ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Зі Зміною № 1. - К.: Мінрегіонбуд України. – 2011. – 73 с.
- 70.ДБН А.2.2-1:2021. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС). – К.: Мінрегіон України. – 2022. – 26 с.
- 71.ДСТУ ISO 45001:2019. Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування (ISO 45001:2018, IDT). – 2019.
- 72.ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – К.: Мінрегіон. – 2016.
- 73.ДБН В.1.2-7:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. – К.: Мінрегіон України. – 2022. – 17 с.
- 74.ДСТУ EN ISO 7010:2019. Графічні символи. Кольори та знаки безпеки. Зареєстровані знаки безпеки. – 2020.
- 75.Закон України Про стратегічну екологічну оцінку. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2354-19#Text>
- 76.ДСТУ Б В.2.7-61:2008. Цегла та камені керамічні рядові та лицьові. Технічні умови. – К.: Мінрегіонбуд. – 2009. – 45 с.
- 77.ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. - К.: Мінрегіонбуд України. – 2018.
- 78.НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні. – К.: МВС. – 2014. – 85 с.
- 79.ДСТУ 8855:2019. Визначення класу наслідків (відповідальності). – К.: ДП «УкрНДНЦ». – 2019. – 17 с.

- 80.ДБН В. 2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – К.: Мінрегіон України. – 2022. – 27 с.
- 81.ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану). – К.: ДП «УкрНДНЦ». – 2017. – 47 с.

ДОДАТКИ

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА
НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Оцінка фактичної сейсмостійкості об'єкта соціальної інфраструктури з розробкою конструктивних заходів з її підвищення

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра БМГА, ФБЦЕІ

(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unichesk

Оригінальність 86.6 %

Схожість 13.4 %

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):



1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.



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



3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку


(підпис)

Блащук Н.В.

(прізвище, ініціали)

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

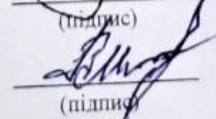
Автор роботи


(підпис)

Дідовець І.В.

(прізвище, ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Андрухов В.М.

(прізвище, ініціали)

ДОДАТОК Б

Сертифікат про участь в ЛІІІ ВНТК ФБЦЕІ (2024), ВНТУ. м. Вінниця



ВІДГУК
керівника магістерської кваліфікаційної роботи

студента (ки) _____

І. В. Дідовця
(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему **«ОЦІНКА ФАКТИЧНОЇ СЕЙСМОСТІЙКОСТІ ОБ'ЄКТА
СОЦІАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ З РОЗРОБКОЮ КОНСТРУКТИВНИХ
ЗАХОДІВ З ЇЇ ПІДВИЩЕННЯ»**

Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія», освітня програма – «Промислове та цивільне будівництво». Вінниця: ВНТУ, 2024. 130 с. Укр. мовою. Бібліогр.: 81 назв; рис. 63; табл. 13.

Таке природнє явище як землетруси проявляється без попереджень та при цьому супроводжується, в більшості випадків, значними, а то й катастрофічним матеріальними втратами та людськими жертвами. Будівельна наука постійно приділяє увагу вивченню цього явища та відповідно вносить корективи до існуючого досвіду та норм проектування сейсмостійких будівель. Тому актуальність досліджень цього явища та узагальнення досвіду проектування будівель та споруд безумовно є актуальною, затребуваною та своєчасною.

Основним розділом МКР є розрахунково-конструкторський.

В роботі на основі результатів технічного обстеження технічного стану будівлі незавершеного будівництва приведено результати числового моделювання на аналіз параметрів НДС елементів безригельного каркасу 7-ми поверхової будівлі на сейсмічні впливи інтенсивністю 7 балів за методикою діючого державного ДБН, регламентуючого сейсмостійке будівництво.

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

На основі результатів поданих в МКР рівень підготовки та ерудиції магістра достатній для присудження кваліфікації магістра Будівництва (промислове та цивільне будівництво).

Матеріал за темою дослідження представляється цікавим, актуальним творчо опрацьованим та відповідно поданим. МКР представлена вчасно, в відведенні терміни.

Дана МКР наукового-інженерного рівня, виконана та представлена на відповідному рівні. Глибина числових моделювань достатня та переконлива.

Дана робота виконана та оформлена з використанням різнопланових пакетів прикладного програмного забезпечення. Числове моделювання виконано на ППЗ «ЛПРА-САПР», яке є професійним та загальноприйнятим в світовій практиці для вирішення такого класу завдань.

Оформлення роботи виконано з дотриманням відповідних норм та стандартів.

Робота виконана та представлена в відведенні для цього терміни.

Результати досліджень носять наукову новизну та науково-практичну цінність та значимість.

Зауваження по МКР:

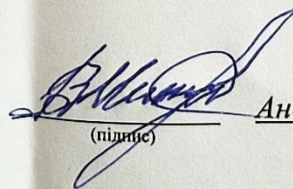
1). В роботі представлений розділ економічного обґрунтування наукових досліджень. Проте представлена інформація в ньому носить фрагментарний характер, без належної деталізації та підтверджуючих розрахунків. Інформація розділу не є достатньо переконливою.

2). Перелік літературних джерел, складено та представлено в роботі, з порушенням вимог відповідних чинних документів.

В цілому МКР виконана на достатньому науково-інженерному рівні, має практичну цінність 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) _____

І. В. ДІДОВЦЯ
(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему: **«ОЦІНКА ФАКТИЧНОЇ СЕЙСМОСТІЙКОСТІ ОБ'ЄКТА СОЦІАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ З РОЗРОБКОЮ КОНСТРУКТИВНИХ ЗАХОДІВ З ЇЇ ПІДВИЩЕННЯ»**

Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія», освітня програма – «Промислове та цивільне будівництво». Вінниця: ВНТУ, 2024. 130 с. Укр. мовою. Бібліогр.: 81 назв; рис. 63; табл. 13.

З огляду на наслідки землетрусів, які нещодавно відбулись (Туреччина тощо) актуальність теми не викликає сумнівів.

Результати отримані на основі вивчення літературних джерел державних, світових та за числовими моделюваннями для обраного будівельного об'єкту дослідження можуть бути враховані при подальшому уточненні ДБН відповідного спрямування.

В роботі приведено результати числового моделювання на аналіз параметрів НДС елементів безригельного каркасу 7-ми поверхової будівлі на сейсмічні впливи інтенсивністю 7 балів за методикою діючого державного ДБН, регламентуючого сейсмостійке будівництво.

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 безпеки життєдіяльності в процесі експлуатації інженерних будівельних об'єктів.

За заявленою тематикою робота могла б бути кваліфікована, як наукова. Результати представлені в роботі в повній мірі відповідають такій оцінці. Результати числового моделювання представлені в роботі та саме числове моделювання виконано на достатньо-відповідальному науковому рівні.

Дана робота виконана та оформлена з використанням різнопланових пакетів прикладного програмного забезпечення. Числове моделювання виконано на ППЗ «ЛПРА-САПР», яке є професійним та загальноприйнятим не лише в державній практиці, а й в світовій практиці для вирішення такого класу завдань.

Стиль викладення записки обґрунтований, 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 подальших наукових досліджень та опанування наступних рівнів кваліфікації.

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, що для відповідності вимогам державного ДБН, регламентуючого сейсмостійке будівництво необхідно скорегувати інженерну конструкторську документацію, що за оцінками представленими в МКР призведе до збільшення витрат будівельної сталі на влаштування підсилення цілого ряду елементів та відповідно здороження вартості завершення будівництва даної лікувальної будівлі для підвищення сейсмостійкості та відповідно, безпеки експлуатації.

Зауваження по МКР:

1). Пропозиції з підвищення сейсмостійкості будівлі, описані в пояснювальній записці, та схематично представлені на плакатах до роботи. Проте доведення цих пропозицій до конструкторської реалізації в графічній частині не наведено.

2). Генплан п'ятна будівництва носить схематичний характер. Експлікація приміщень відсутня. З матеріалів роботи не зовсім зрозуміло, яка частина будівлі була зведена, а що потребувало добудови.

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.).

Опонент

Завідувач кафедри ТЕ,

доцент кафедри ТЕ, к.т.н., доцент

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

М.П.

Печатка установи, організації опонента



Степанов Д. В.

(ініціали, прізвище)



ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

ОЦІНКА ФАКТИЧНОЇ СЕЙСМОСТІЙКОСТІ ОБ'ЄКТА СОЦІАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ З РОЗРОБКОЮ КОНСТРУКТИВНИХ ЗАХОДІВ З ЇЇ ПІДВИЩЕННЯ

Магістрант: Дідовець І. В.

Науковий керівник: Андрухов В. М., к.т.н., доцент кафедри БМГА

Мета досліджень

Аналіз та вивчення методів оцінки фактичної сейсмостійкості будівель і споруд, сучасних методів розрахунку будівельних конструкцій на сейсмічні впливи у складі сейсмічних розрахункових ситуацій, засобів підсилення конструкцій для забезпечення необхідної сейсмостійкості

Об'єкт досліджень

7-ми поверхова адміністративна будівля за схемою монолітного залізобетонного безрігельного каркасу, запроектована у сейсмічному районі України з інтенсивністю сейсмічних впливів 7 балів

Предмет досліджень

Результати обстеження технічного стану конструкцій, параметри напружено-деформованого стану (НДС) конструкцій багатоповерхової будівлі, визначені за результатами розрахунку в умовах сейсмічної розрахункової ситуації

ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ

Аналіз вимог нормативних документів, вітчизняних та закордонних наукових досліджень, присвячених оцінці фактичної сейсмостійкості будівель і споруд

Аналіз вихідних даних для виконання оцінки фактичної сейсмостійкості багатоповерхової будівлі:

- об'ємно-планувальних та конструктивних рішень;
- результатів обстеження технічного стану конструкцій

Розробка просторової розрахункової моделі багатоповерхової каркасної будівлі

Збір навантажень для виконання перевірних розрахунку конструкцій з урахуванням сейсмічного впливу 7 балів згідно з ДБН В.1.1-12

Виконання розрахунку багатоповерхової каркасної будівлі на сейсмічний вплив

Аналіз результатів розрахунку багатоповерхової каркасної будівлі за наступними параметрами:

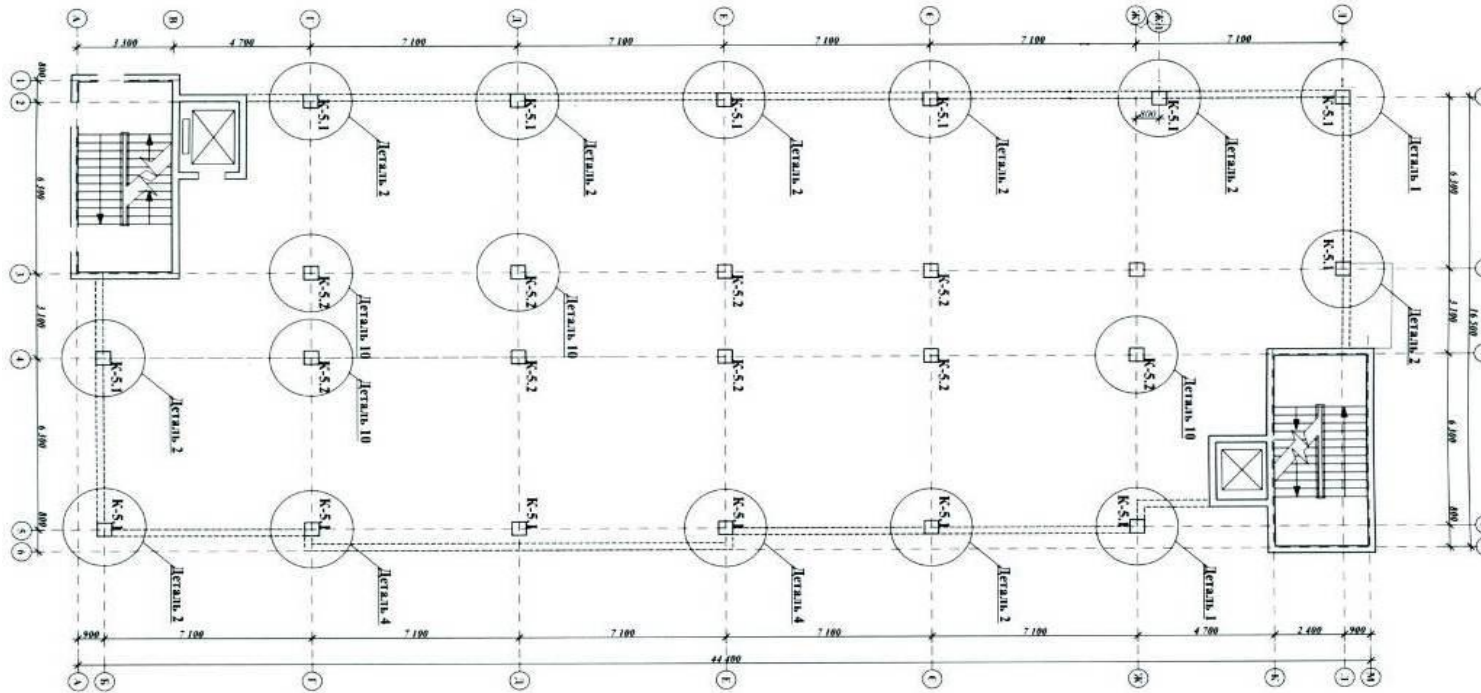
- динамічними характеристиками;
- параметрами НДС конструкцій;
- армування конструкцій

Розробка заходів із підсилення конструкцій для забезпечення необхідної сейсмостійкості (за необхідності)

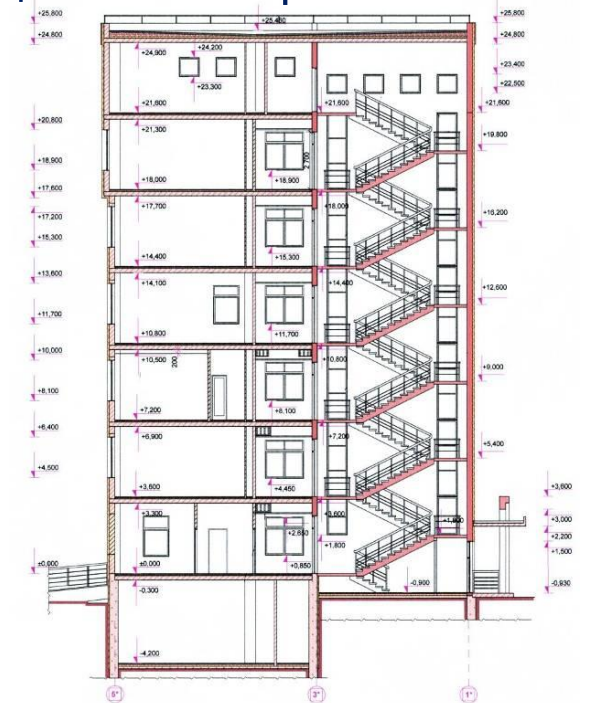
Складання висновків за результатами досліджень

Об'єкт досліджень

Семиповерхова будівля медичного закладу за схемою монолітного залізобетонного безрігельного каркасу в м. Мукачево з інтенсивністю сейсмічних впливів 7 балів. Зведення будівлі не завершено



План несучих конструкцій типового поверху будівлі



Поперечний розріз будівлі

Аналіз результатів візуального та інструментального обстеження

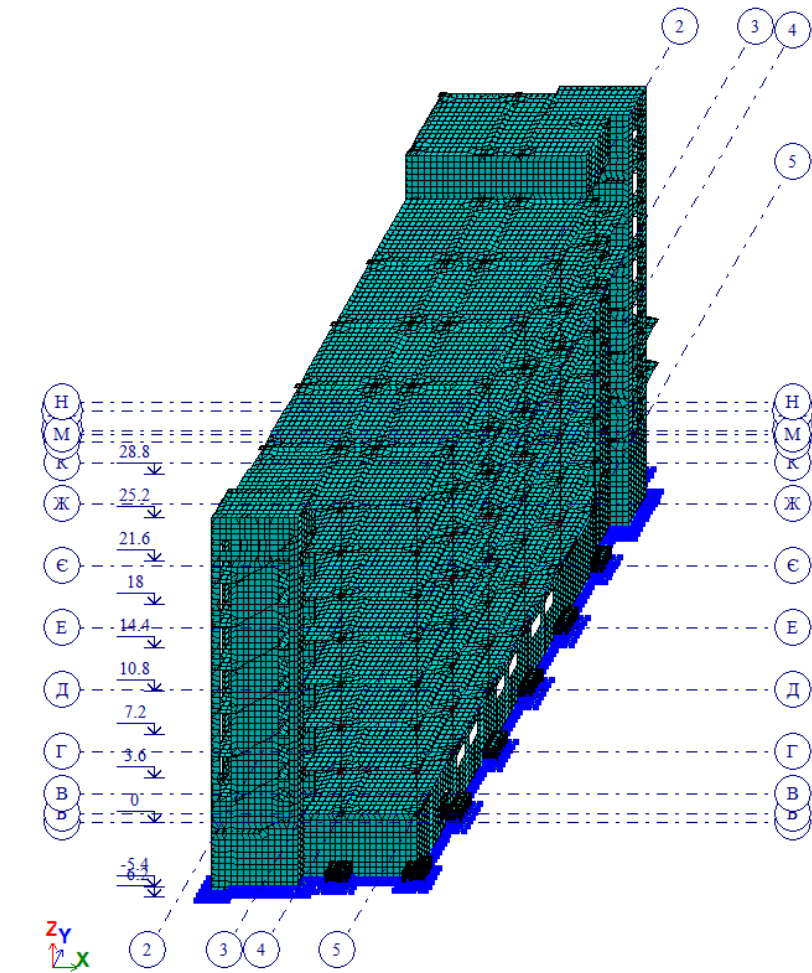


Фактична міцність бетону в колонах четвертого, п'ятого та шостого поверхів будівлі відповідає класу С16/20, що менше проектного класу С20/25

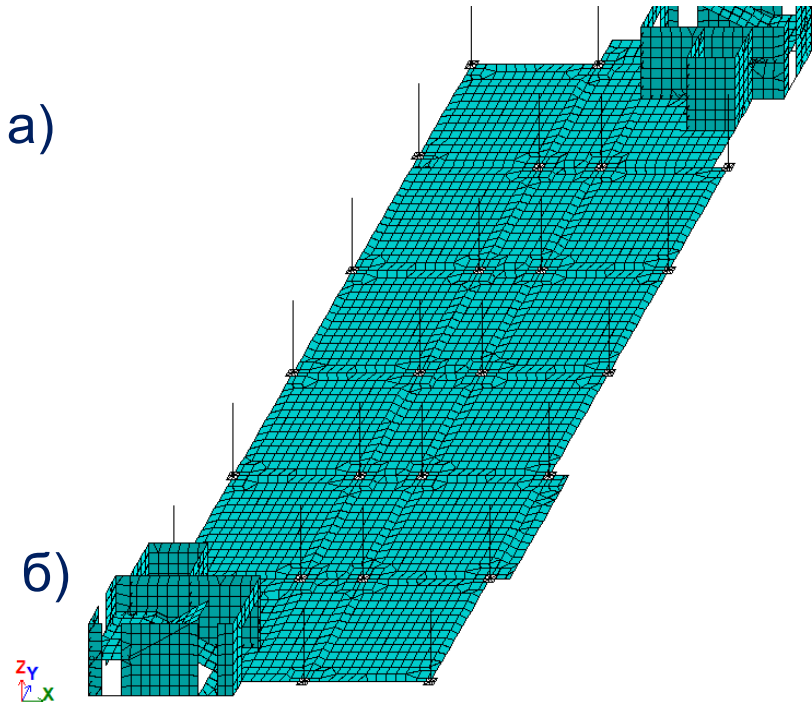
Просторова розрахункова модель

Параметри скінчених елементів розрахункової моделі

№ типу жорсткості	Назва елементу	Положення в конструктивній схемі
1	Брус 50x50	Колони в осях 2-6 / А-Л на позн. -3,600 – +10,800 та +25,200
2	Брус 40x40	Колони в осях 2-4/1 / Л-Н
3	Брус 1x1	Фіктивні стрижні для реалізації лінійних навантажень від власної ваги огорожувальних стін та вітрових навантажень
4	Брус 40x40	Монолітний пояс в осях 2-4/1 /Л-Н
5	Брус 60x60	Фіктивні стержні в стовпчастих фундаментах
6	Брус 75x75	
7	Брус 30x30	
8	Брус 20x20	Фіктивні стержні в перекриттях
9	Пластина Н 60	Підшва стовпчастих фундаментів (бетон С16/20)
10	Пластина Н 75	
11	Пластина Н 30	Підшва стовпчастих фундаментів та фундаментів під стіни сходових клітин та ліфтових шахт (бетон С16/20)
12	Пластина Н 40	Стіни підвала (бетон С20/25)
13	Пластина Н 30	Фундаменти під стіни підвалу (бетон С12/15)
14	Пластина Н 20	Плити перекриття, сходові марші і площадки (бетон С20/25)
15	Пластина Н 25	Стіни сходових маршів і площадок (бетон С20/25)
16	Брус 50x50	Колони в осях 2-6 / А-Л на позн. + 14,400 - +21,600 з фактичним значенням міцності
17	Пластина Н 25	Цегляні стіни в осях 2-5/ Ж-М на позн. +25,200



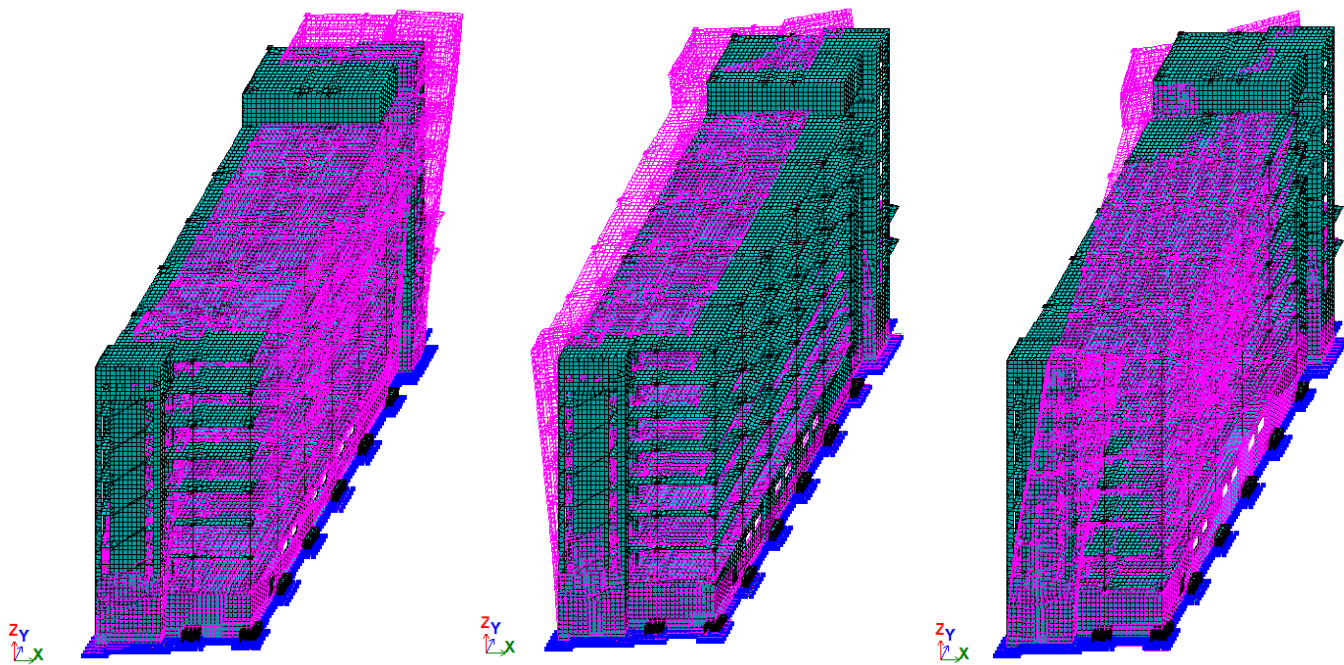
а)



б)

а – загальний вигляд; б – типовий поверх

Результати чисельних досліджень



Перші три форми власних коливань будівлі

Деформований стан будівлі при сейсмічних впливах

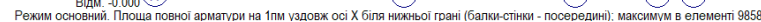
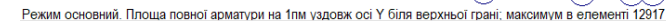
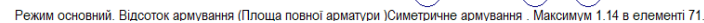
Z, м	Переміщення $\Sigma XyYy$, мм, при сейсмічному впливі за напрямком		Перекося поверхів при сейсмічному впливі за напрямком	
	X	Y	X	Y
0,000	1.72	1.22	0.00032	0.00023
3,600	4.21	3.21	0.00069	0.00055
7,200	6.45	6.08	0.00062	0.00080
10,800	9.23	9.20	0.00077	0.00087
14,400	12.14	12.45	0.00081	0.00090
18,000	14.98	15.63	0.00079	0.00088
21,600	17.58	18.46	0.00072	0.00079
25,200	20.57	20.58	0.00083	0.00059
28,800	24.43	22.52	0.00107	0.00054

Розрахункові динамічні характеристики будівлі

№ форми власних коливань	Частота, Гц	Період, с	Сума модальних мас, % при сейсмічному впливі вздовж осі X
1	0.97	1.03	12.18
2	1.20	0.83	69.34
3	1.79	0.56	69.64
4	4.03	0.25	69.71
5	4.66	0.21	69.71
6	4.87	0.21	69.80
7	5.09	0.20	70.39
8	5.14	0.19	80.54
9	5.16	0.19	80.56
10	5.20	0.19	81.92
11	5.21	0.19	84.68
12	5.25	0.19	84.70
13	5.26	0.19	84.86
14	5.27	0.19	84.92
15	5.27	0.19	84.97
16	5.27	0.19	85.22
17	5.48	0.18	85.23
18	5.56	0.18	86.12
19	5.59	0.18	86.12
20	5.61	0.18	86.13

Максимальний перекося поверхів при сейсмічному впливі інтенсивністю 7 балів складає 0,0011, що не перевищує допустиме значення 0,004 згідно з ДБН В.1.1-12

Максимальні прогини перекриття на прогоні 6300 мм складають $6,7/6300=1/940$, що значно менше за допустиме значення $1/200$ згідно з ДСТУ Б В.1.2-3



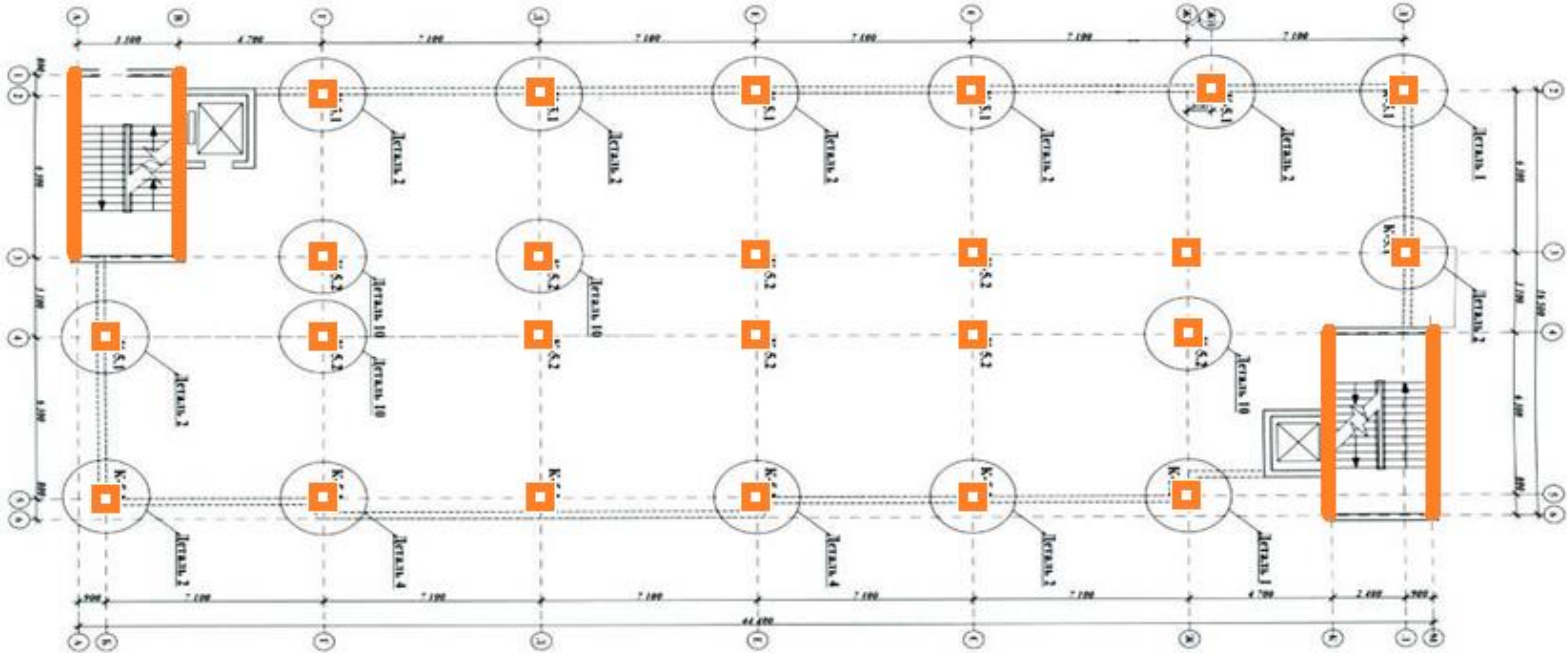
Результати чисельних досліджень

Порівняння проектного та розрахункового армування стін та колон

Елемент	Марка	Параметри армування, см ² / м.п.			
		проектне		розрахункове у сполученнях	
		склад	площа	основних	аварійних
Стіни сходового блоку	СТМ-1, СТМ-2	Основне:			
		вертик. Ø14 крок 200	7,69	7,46	15,16
		горизонт. Ø14 крок 200	7,69	5,11	17,35
		+ Додаткове в зоні прорізів:			
		вертик. 4Ø16	15,73	11,95	18,86
		горизонт. 4Ø14	15,73	12,49	19,95
Примітка. Заливкою відзначено розрахункове армування, яке перевищує проектні значення.					

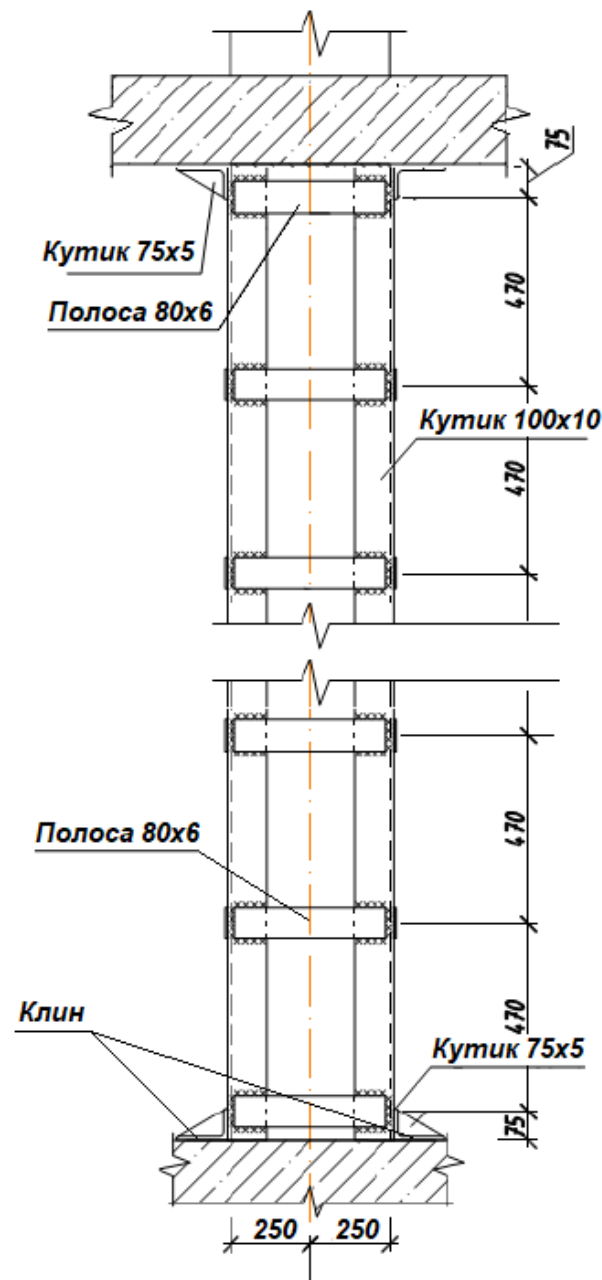
Елемент	Марка	Проектне армування		Максимальний процент армування		
		склад	площа, см ²	проектний	розрахунковий у сполученнях	
					основних	аварійних
Колони 500×500 мм	К-0.1 – К-4.1	4Ø25+4Ø20	32,2	1,288	1,14	0,723
	К-5.1; К-6.1; К-7.1	4Ø25+4Ø16	27,68	1,107	0,86	0,746
	К-0.2 – К-4.2	4Ø25+8Ø20	44,77	1,79	0,84	0,23
	К-5.2; К-6.2; К-7.2	4Ø25+8Ø16	35,72	1,429	0,54	0,525
Колони 400×400 мм	К-0.3;К-0.5; К-1.3; К-1.4	4Ø20	12,56	0,785	0,24	0,31
	К-2.3	4Ø20	12,56	0,785	1,32	1,14
Примітка. Заливкою відзначено розрахункове армування, яке перевищує проектні значення.						

Для забезпечення необхідної сейсмостійкості будівлі необхідно виконати заходи з підсилення будівельних конструкцій

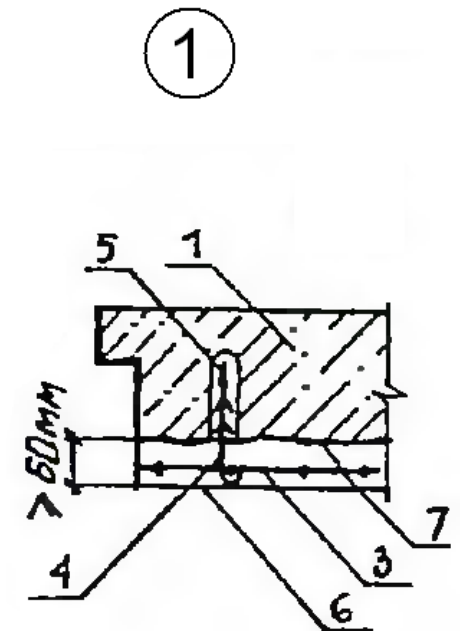
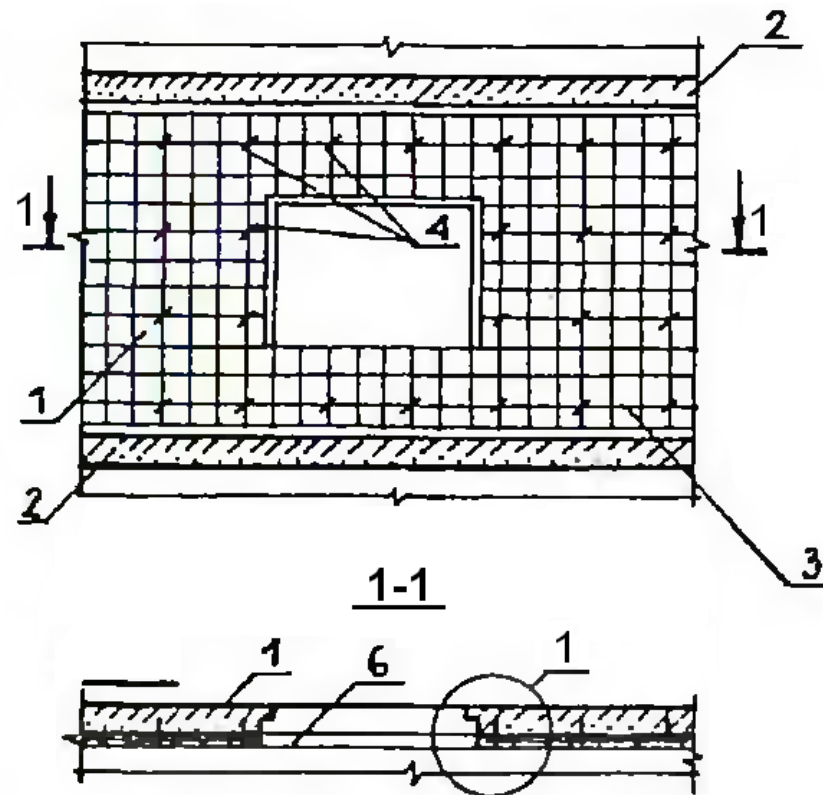


Розробка заходів із підсилення конструкцій

для підсилення колон марки К2.3 в осях 2/Н
на позн. 0,000; +3,600 та колон в межах
4-го, 5-го, 6-го поверхів, в яких виявлено понижений
клас бетону за міцністю
- влаштуванням сталевих обойм



для підсилення залізобетонних стін
сходово-ліфтових блоків в осях 4-6/К-М
на позн. 0,000; +3,600
- шляхом встановлення додаткових арматурних сіток
(Ø14 крок 200) та нарощування перерізу



Вартість основних матеріалів на підсилення конструкцій для
забезпечення сейсмостійкості конструкцій при сейсмічному впливі
інтенсивністю 7 балів складає 1 046,8 тис. грн

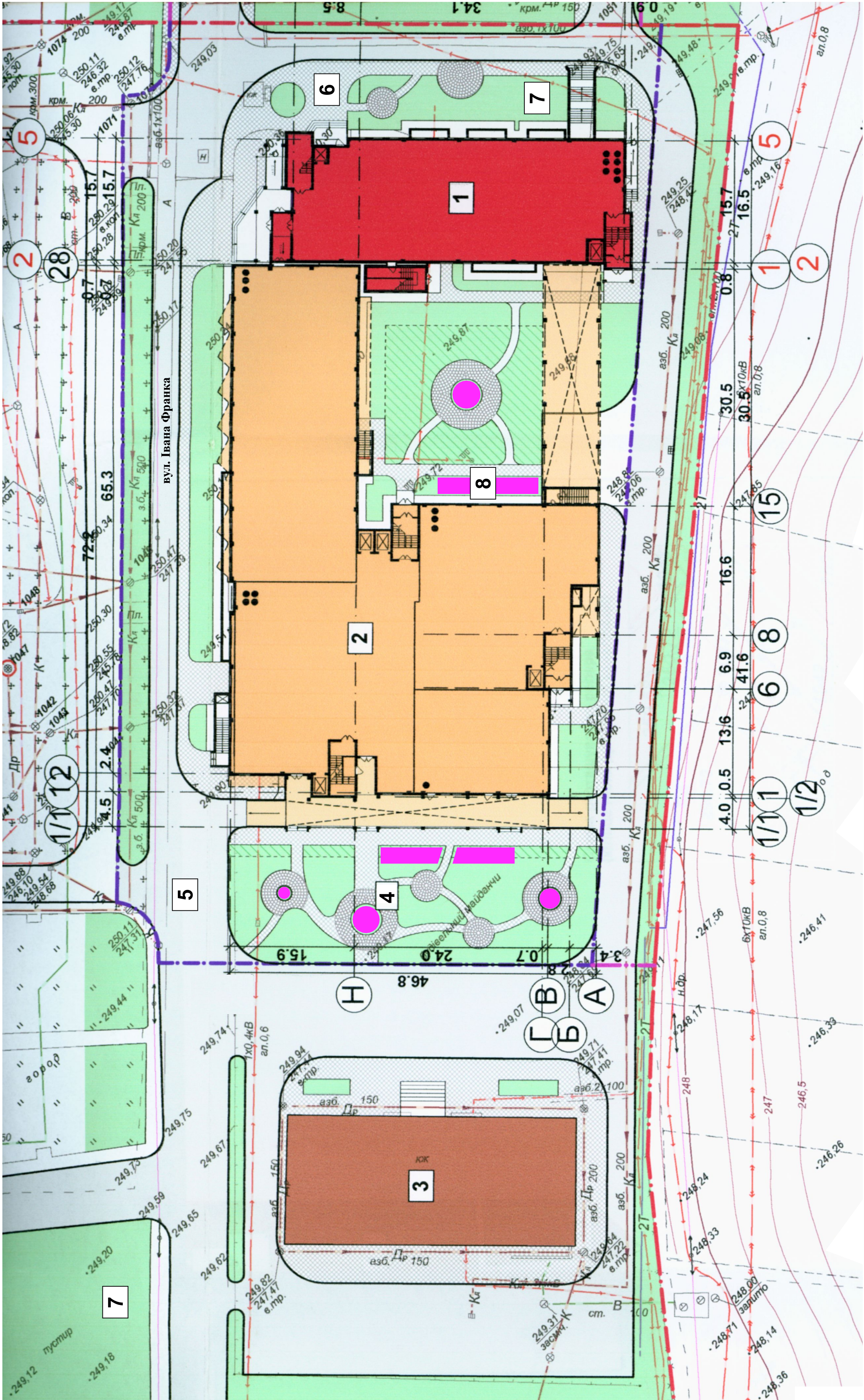
Висновки за результатами досліджень

1. В роботі проаналізовано положення нормативних документів України, європейських та інших міжнародних норм, вітчизняних та закордонних публікацій, присвячених оцінці фактичної сейсмостійкості будівель і споруд, що експлуатуються в сейсмічних районах України.
2. Встановлено, що забезпеченню сейсмостійкості об'єктів соціальної інфраструктури (шкіл, дитячих садків, лікарень, поліклінік) приділяється особлива увага, враховуючи суттєву вразливість вказаних будівель при сейсмічних подіях - через велику кількість осіб, що можуть перебувати в них під час землетрусів, та необхідність збереження функціональної придатності медичних закладів при ліквідації наслідків руйнівних землетрусів.
3. Визначені мета, задачі, методи досліджень, обрано програмний комплекс для виконання моделювання та чисельних розрахунків за методом скінченних елементів.
4. В якості об'єкту досліджень обрано 7-ми поверхову адміністративну будівлю медичного закладу, що була запроектована за схемою монолітного залізобетонного безрігельного каркасу у сейсмічному районі України з інтенсивністю сейсмічних впливів 7 балів, але зведення якої не було завершено.
5. Виконано аналіз об'ємно-планувального та конструктивного рішення будівлі, аналіз результатів обстеження технічного стану конструкцій об'єкта незавершеного будівництва, що включав візуальне обстеження та інструментальні дослідження фактичної міцності та однорідності бетону та параметрів армування залізобетонних несучих конструкцій.
6. На підставі проектних даних, результатів візуального та інструментального обстеження розроблено тривимірну комп'ютерну модель 7-ми поверхової каркасної будівлі з використанням програмного комплексу «ЛІРА САПР». Сейсмічні навантаження задані за спектральним методом ДБН В.1.1-12.
7. За результатами чисельних досліджень просторової розрахункової моделі будівлі отримано динамічні характеристики будівлі та параметри НДС конструкцій в умовах аварійного сполучення навантажень з урахуванням сейсмічного впливу 7 балів.

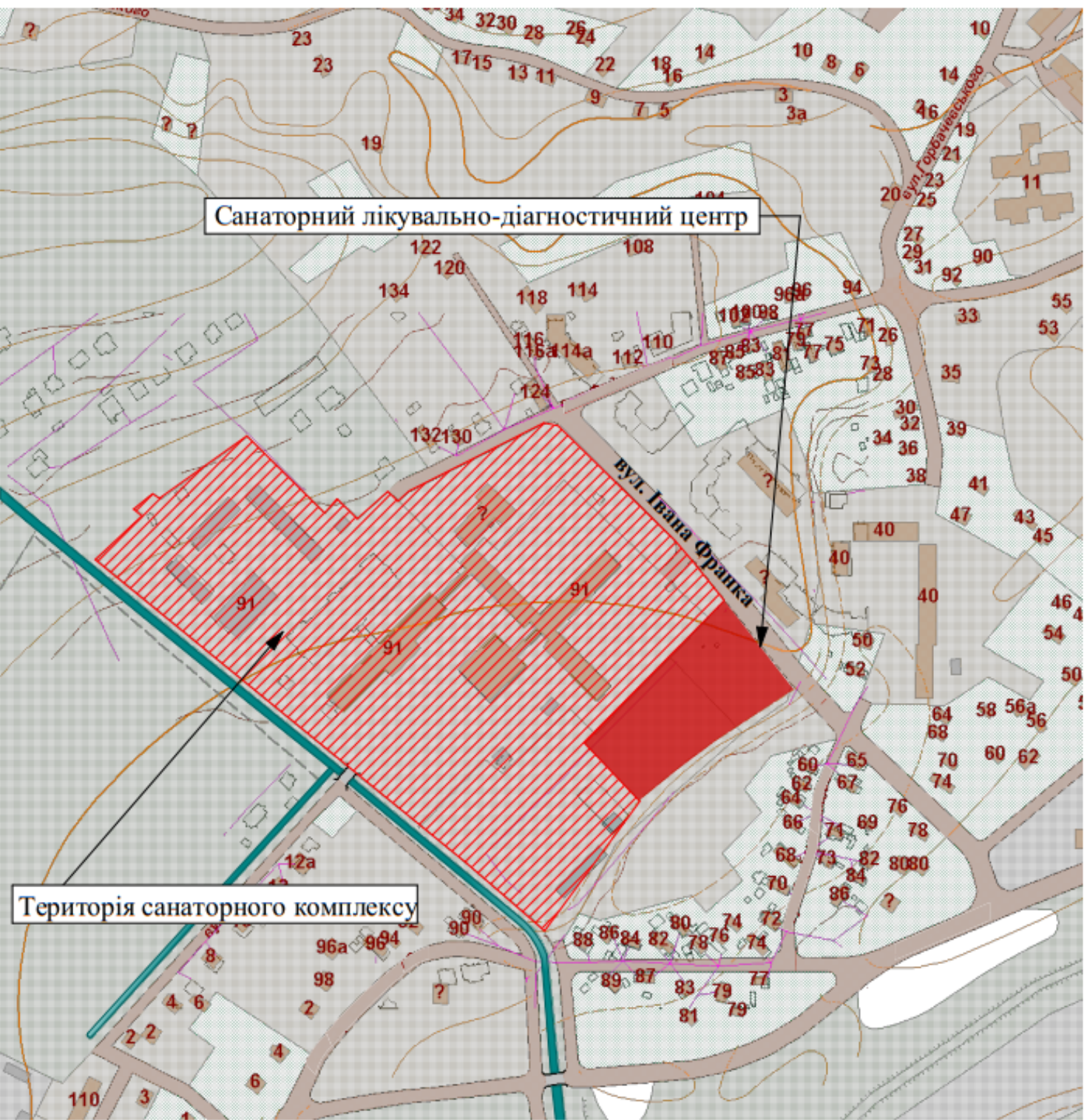
Висновки за результатами досліджень

8. За результатами чисельних досліджень отримано наступні висновки:
 - значення максимальних перекосів поверхів будівлі при сейсмічному впливі інтенсивністю 7 складає 0,0011 їх висоти, що не перевищує допустиме значення 0,004 згідно з ДБН В.1.1-12.
 - максимальні прогини перекриття на прогоні 6300 мм складають $6,7/6300=1/940$, що значно менше за гранично допустиму величину $1/200$ згідно з ДСТУ Б В.1.2-3.
 - за результатами розрахунку армування, необхідного для сприйняття перерізами залізобетонних конструкцій діючих навантажень, встановлено, що для окремих елементів залізобетонних стін в осях 4-6/К-М та колон марки К-2.3 параметри розрахункового армування перевищують проектні значення при основних і аварійних сполученнях навантажень.
9. Для забезпечення сейсмостійкості будівлі необхідно виконати заходи з підсилення та ремонту будівельних конструкцій, а саме:
 - для підсилення колон марки К2.3 в осях 2/Н на позн. 0,000; +3,600 та колон в межах 4-го, 5-го, 6-го поверхів, в яких виявлено понижений клас бетону за міцністю - влаштуванням сталевих обойм;
 - для підсилення залізобетонних стін сходово-ліфтових блоків в осях 4-6/К-М на позн. 0,000; +3,600 - шляхом встановлення додаткових арматурних сіток ($\varnothing 14$ крок 200) та нарощування перерізу;
 - для забезпечення сейсмостійкості цегляних стін та перегородок - влаштувати між гранями перегородок, зовнішніх стін та конструкціями каркаса антисейсмічні шви шириною не менше 20 мм, які заповнити піддатливим матеріалом;
 - виконати кріплення стін та перегородок товщиною 120 мм до перекриттів; крок анкерів прийняти не більше 800 мм.
9. Розраховано витрати на підсилення конструкцій для забезпечення сейсмостійкості конструкцій при сейсмічному впливі інтенсивністю 7 балів. Вартість основних матеріалів підсилення конструкцій складає 1 046,8 тис. грн.

ГЕНЕРАЛЬНИЙ ПЛАН



СИТУАЦІЙНА СХЕМА



УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

№ з/п	Познач.	Найменування
1		Санаторний лікувально-діагностичний центр
2		Інші наявні будівлі санаторного комплексу
3		Готельний комплекс лікувального центру
4		Майданчик для тихого відпочинку
5		Дороги
6		Тротуари та доріжки
7		Зелені насадження
8		Квітник

НАПРЯМКИ ВІТРУ, ЯКІ ПРЕВАЖАЮТЬ

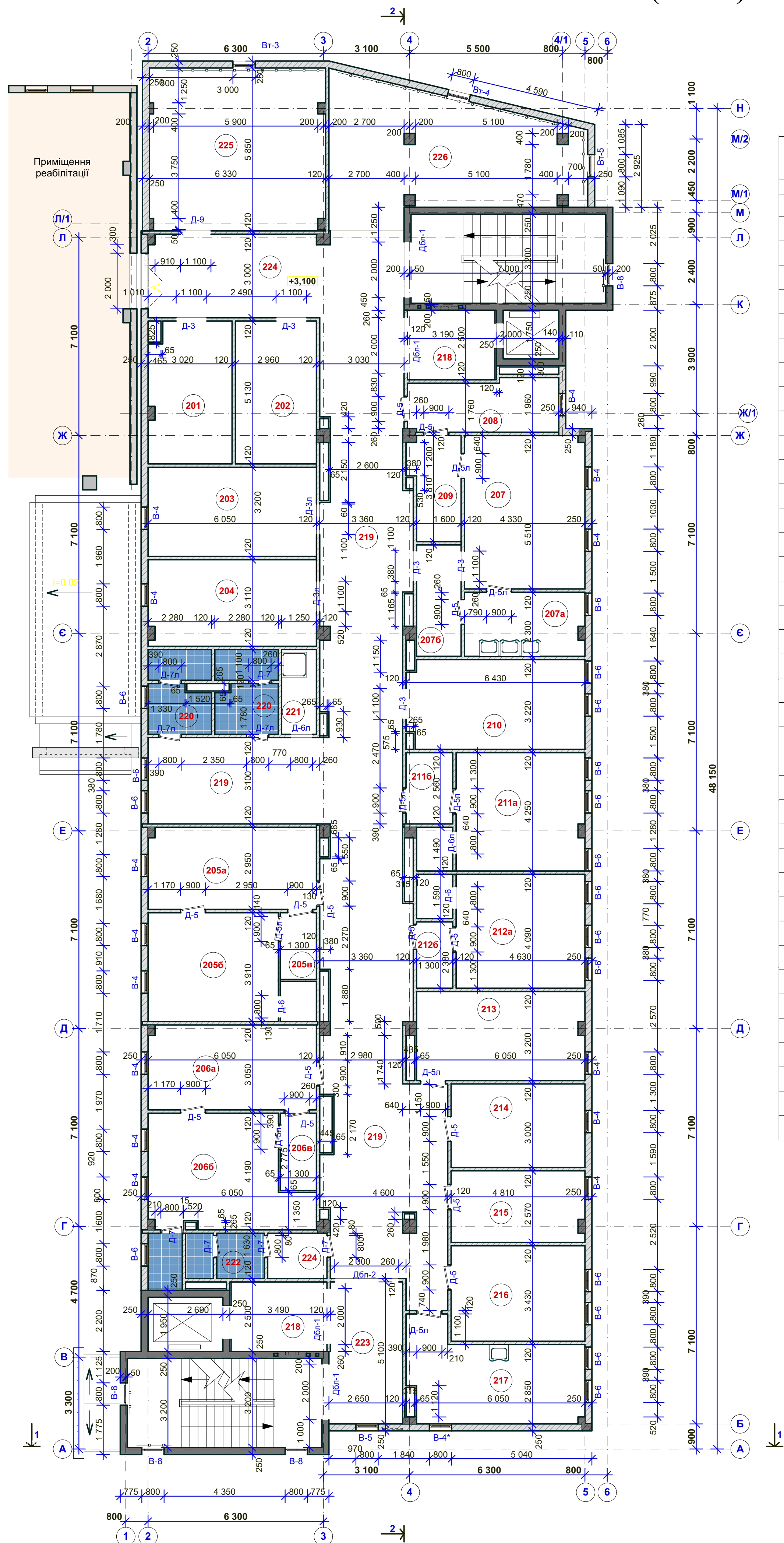
За даними моніторингу Метео Фарм



ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ФАСАДІВ

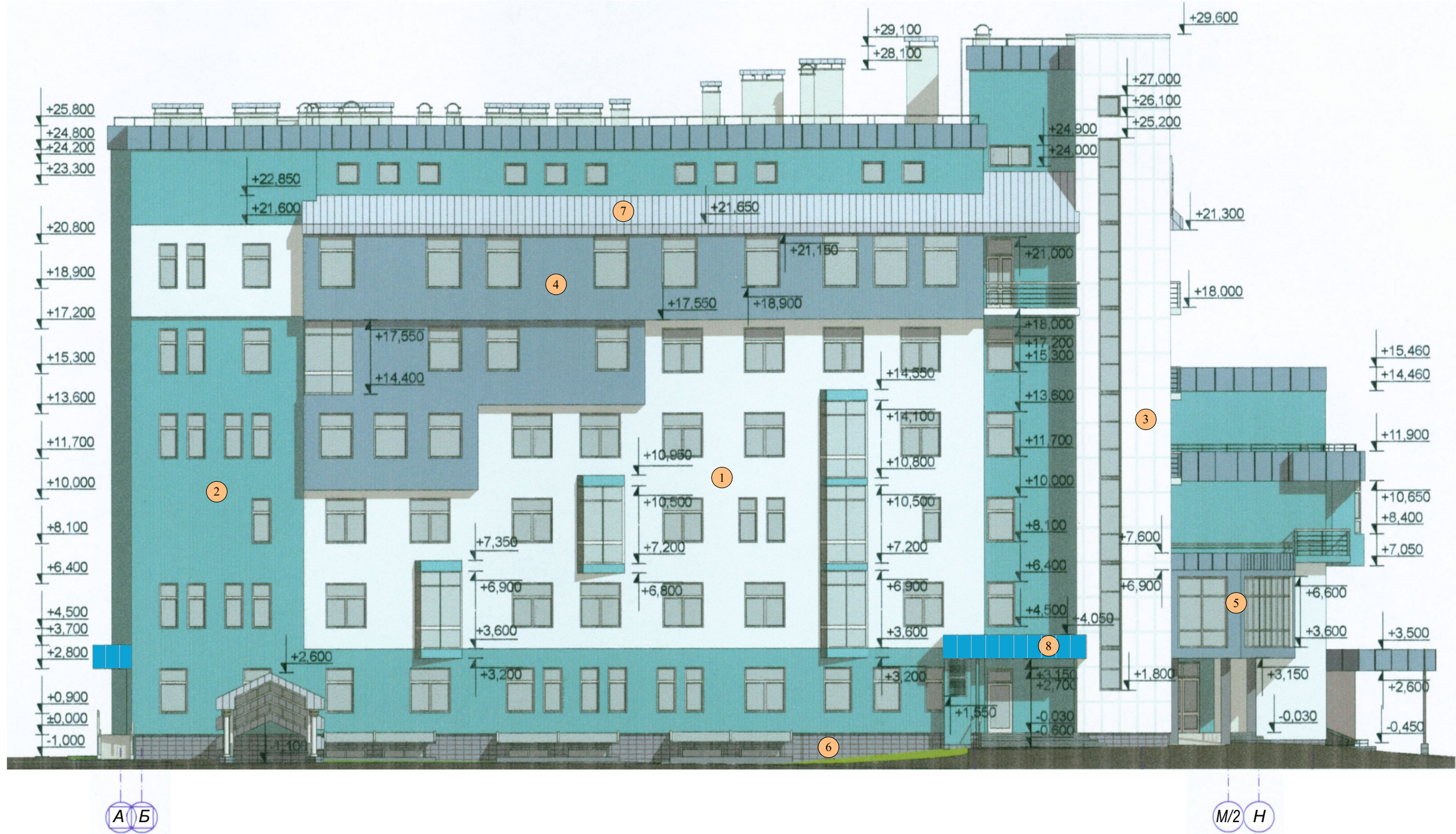


ПЛАН ТИПОВОГО ПОВЕРХУ (1:100)



Експлікація приміщень типового поверху		
№ з/п	Назва	Площа, м²
1	2	3
201	Кабінет	14,64
202	Кабінет	14,61
203	Кабінет	18,99
204	Процедурна	18,33
205	Кабінет	
а	- кабінет лікаря	17,40
б	- процедурна зі зливом	17,97 1,80
в	-роздягальня	3,00
206	Кабінет	
а	- кабінет лікаря	18,00
б	- процедурна зі зливом	20,81 2,42
в	-роздягальня	3,49
207	Операційна	23,89
а	- передопераційна	9,84
б	- шлюз	6,33
208	Мийна	9,68
209	Приміщення для зберігання	6,47
210	Кімната для відпочинку	19,99
211	Кабінет	
а	- процедурна зі зливом	19,21 1,95
б	-роздягальня	4,15
212	Кабінет	
а	- процедурна зі зливом	18,59 1,95
б	-роздягальня	2,90
213	Кабінет	18,85
214	Кабінет	14,12
215	Кабінет	11,96
216	Кабінет	16,17
217	Кабінет	18,97
218	Ліфтовий хол	8,48 7,85
219	Коридор	120,78
220	Санвузол	6,21 6,21
221	Комора	3,67
222	Санвузол для персоналу	4,24
223	Шлюз	13,21
224	Коридор	38,89 3,28
225	Конференц зал	36,16
226	Хол	37,14
	Всього	638,47

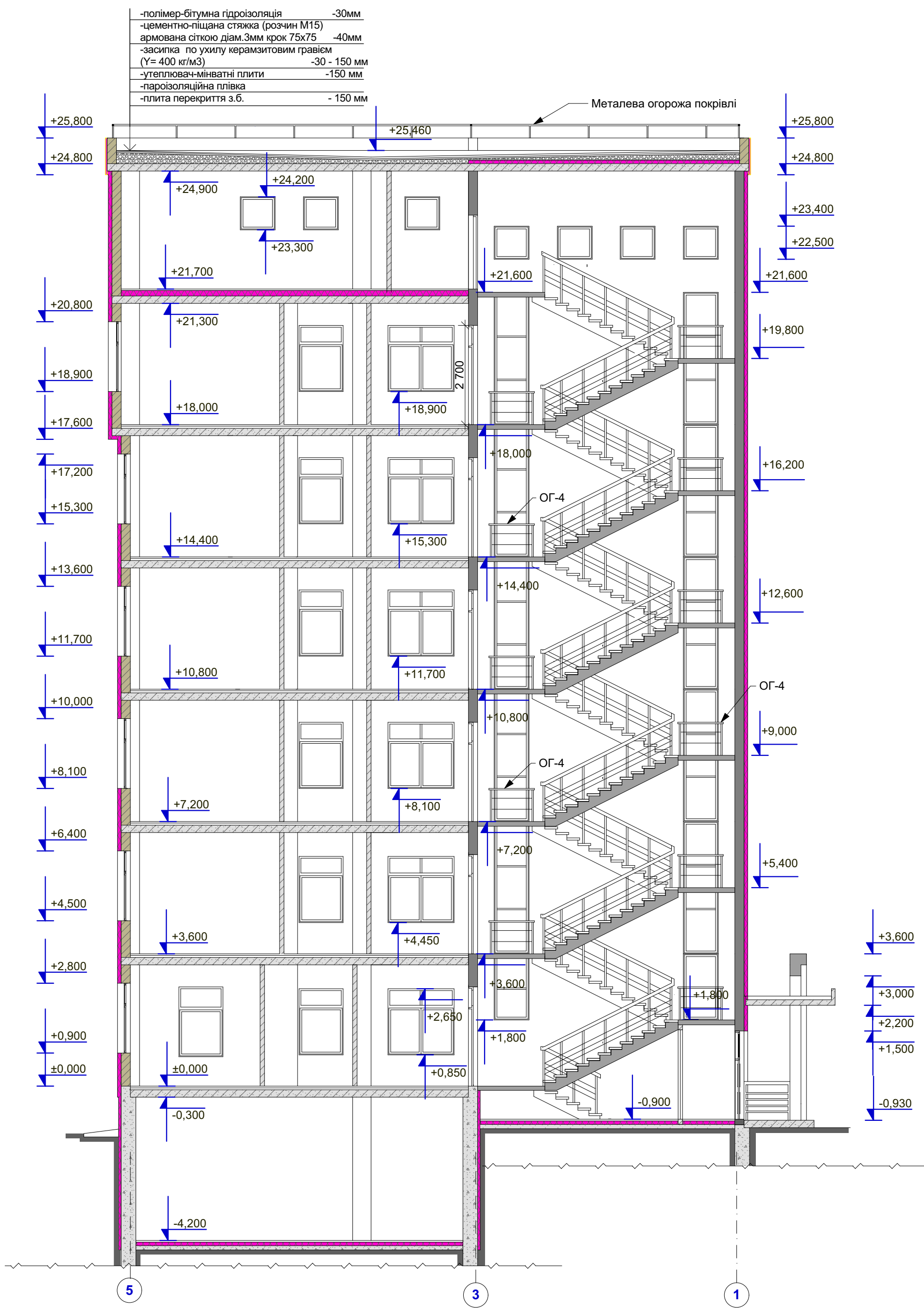
ФАСАД А-Н (1:200)



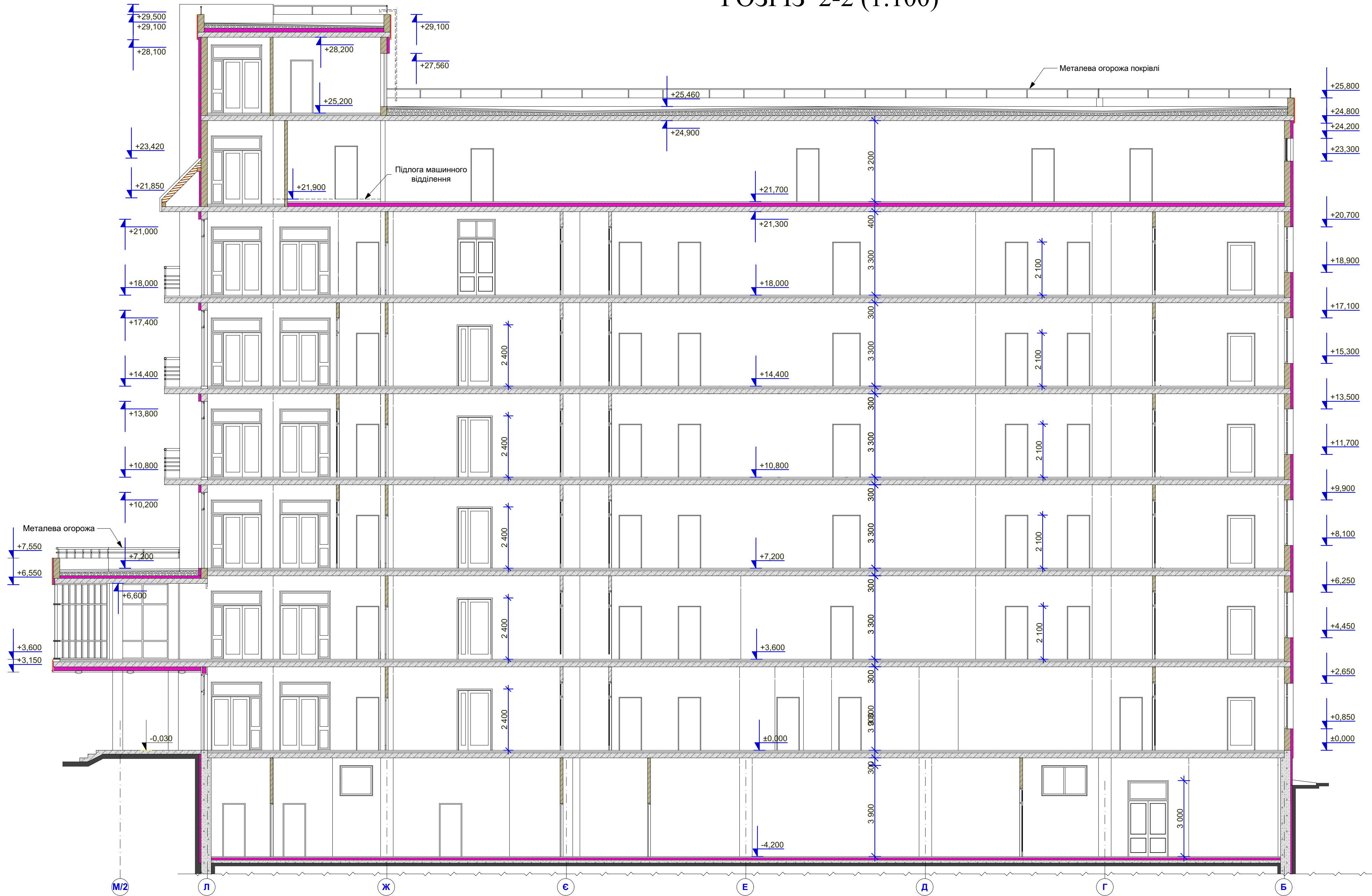
ОПОРЯДЖЕННЯ ФАСАДІВ

№ позиції	Найменування матеріалів	Колір	№ позиції	Найменування матеріалів	Колір
1	Стіна (акрилова штукатурка)	білий	5	Стіна (фасадний ламінат)	сіро-синій
2	Стіна (акрилова штукатурка)	спектр синього	6	Цоколь (керамогранітна плитка)	сіро-синій
3	Стіна (акрилова штукатурка, розшита рустами)	білий	7	Поверхня дашків (металопрофіль)	сіро-синій
4	Стіна (фасадна панель композит)	сіро-синій	8	Поверхня даху зовнішніх сходів (оцинкована тонколистова сталь з полімерним покриттям)	сіро-синій типу Металік

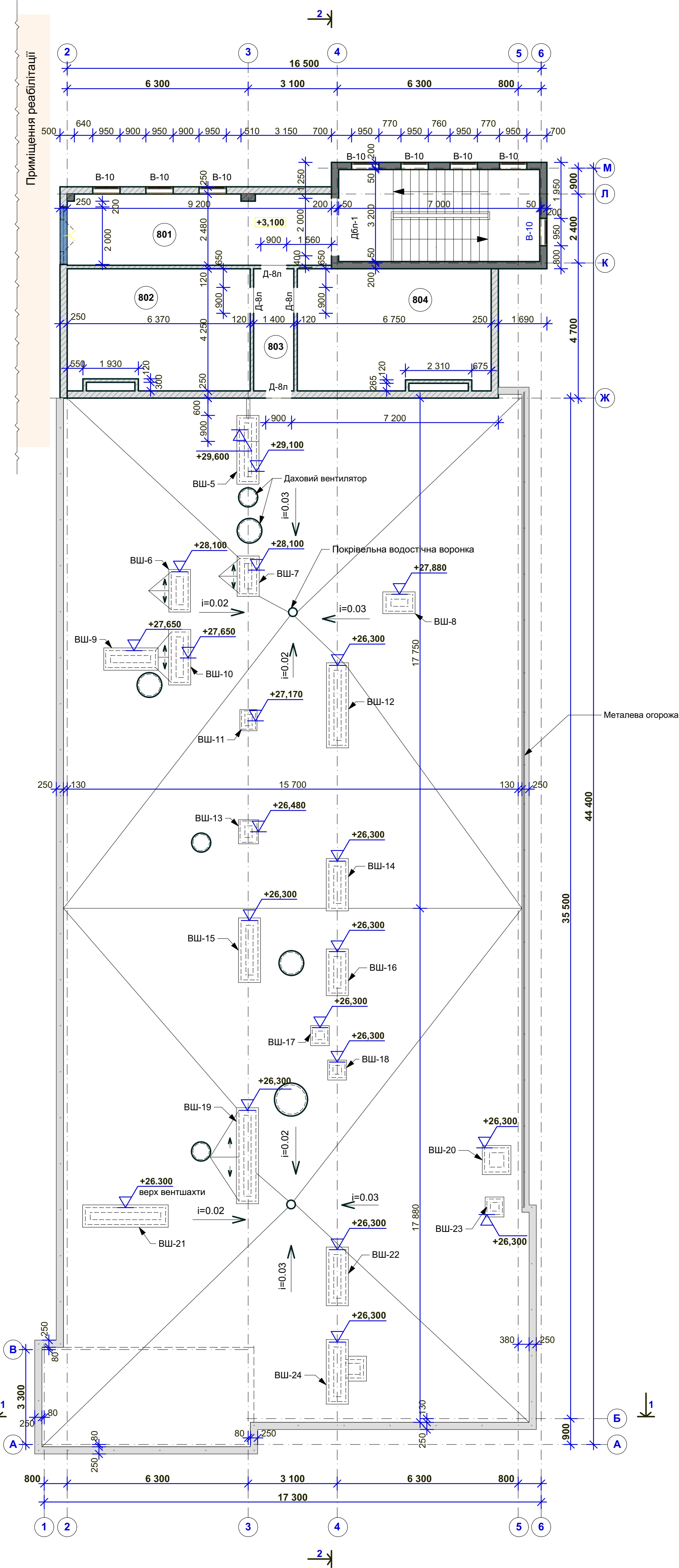
РОЗРІЗ 1-1 (1:100)



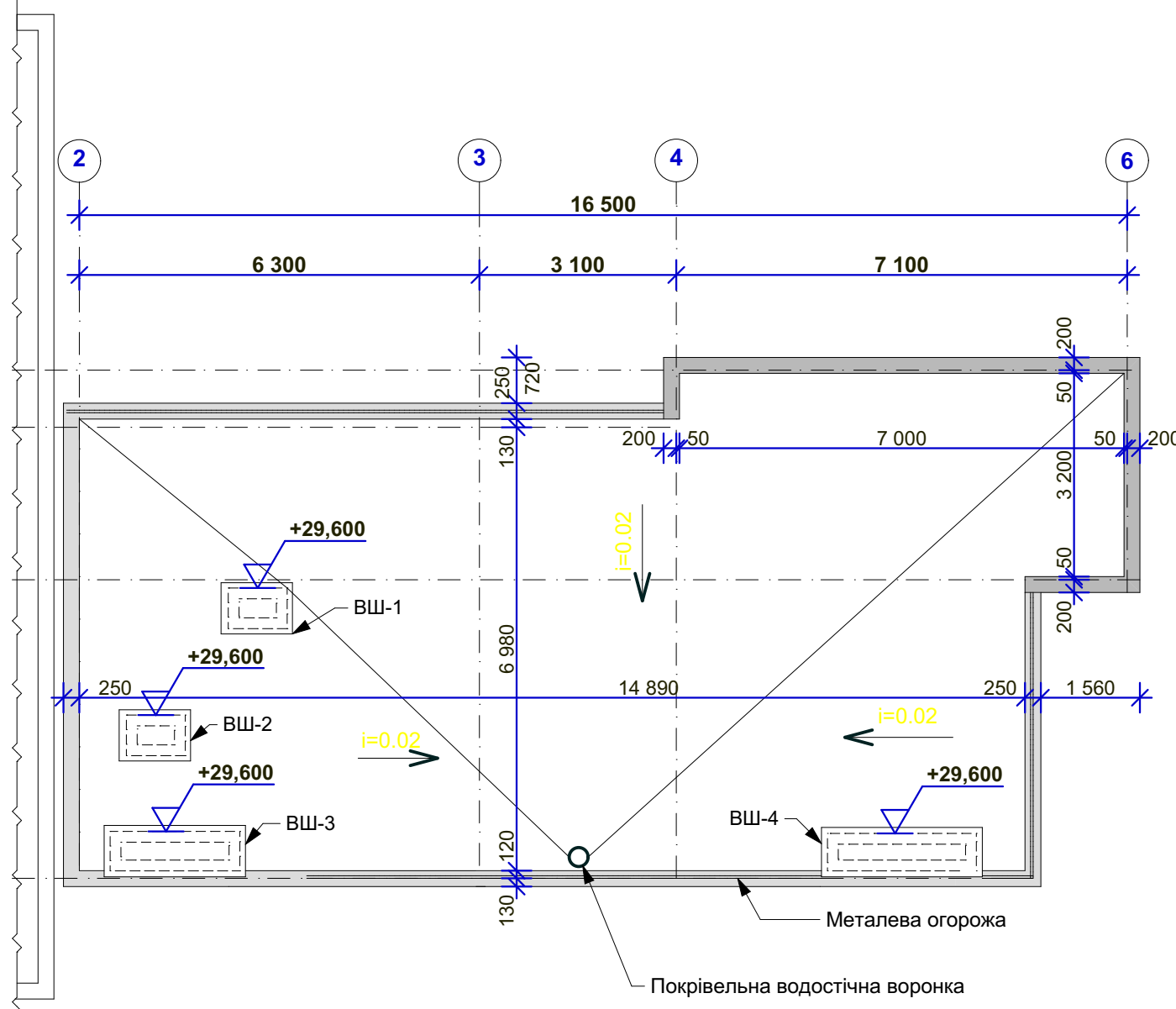
РОЗРІЗ 2-2 (1:100)



ПЛАН ПОКРІВЛІ НА ВІДМІТЦІ +25.500 (1:100)



ПЛАН ПОКРІВЛІ
НА ВІДМІТЦІ +28.800 (1:100)



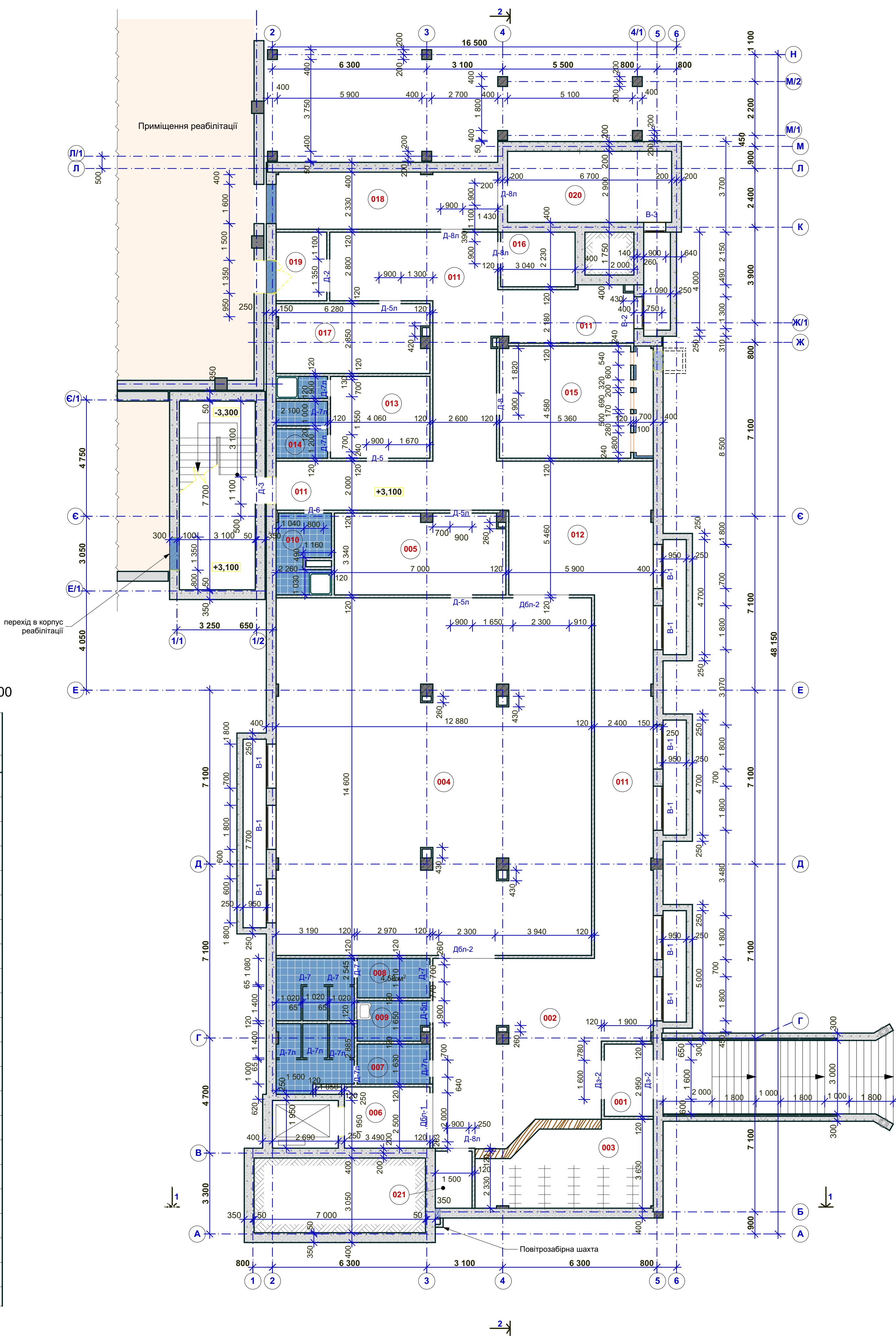
Експлікація приміщень на відм. +25.000

№ з/п	Назва	Площа, м²
1	2	3
801	Коридор	22,27 м²
802	Технічне приміщення	25,93 м²
803	Коридор	5,78 м²
804	Технічне приміщення	27,71 м²

Експлікація приміщень підвалу на відм. -4.200

№ з/п	Назва	Площа, м²
1	2	3
001	Тамбур	5,70 м²
002	Вестибюль	56,25 м²
003	Гардероб	24,09 м²
004	Актовий зал (лекційна аудиторія) на 198 п.м.	185,08 м²
005	Комора меблів	22,52 м²
006	Тамбур -шлюз	8,56 м²
007	С/в для відвідувачів	4,02 м²
008	С/в для відвідувачів	4,00 м²
009	С/в для інвалідів	4,50 м²
010	Комора прибирального інвентаря	6,69 м²
011	Коридор	65,37 м² 34,83 м²
012	Хол-рекреація	32,65 м²
013	Приміщення молодшого медперсоналу з гардеробом і душовою	13,27 м² 1,80 м²
014	С/в для персоналу	4,48 м²
015	Венткамера	24,40 м²
016	Електрощитова	6,80 м²
017	Архів	17,16 м²
018	Технічний коридор	20,68 м²
019	Тамбур-шлюз	5,60 м²
020	Тепловий пункт	19,14 м²
021	Венткамера	3,38 м²
Всього		570,77

ПЛАН ПІДВАЛУ НА ВІДМІТЦІ -4.200 (1:100)



					08-11.МКР.005.00.000 - ПЗ		
					Місто Мукачево		
Розробив	Дідовець І. В.	<i>[Signature]</i>	25.04	Оцінка фактичної сейсмостійкості об'єкта соціальної інфраструктури з розробкою конструктивних заходів з її підвищення	Стадія	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Андрухов В. М.	<i>[Signature]</i>	25.04		П	5	132
Керівник	Андрухов В. М.	<i>[Signature]</i>	25.04				
Н. контроль	Масевська І. В.	<i>[Signature]</i>	24.05				
Опонент	Степанов Д. В.	<i>[Signature]</i>	03.06				
Затвердив	Швець В. В.	<i>[Signature]</i>	03.06	Пояснювальна записка	ВНТУ гр. Б-22 м		

					08-11.МКР.005.00.000		
					Місто Мукачево		
Розробив	Дідовець І. В.	<i>[Signature]</i>	25.04	Оцінка фактичної сейсмостійкості об'єкта соціальної інфраструктури з розробкою конструктивних заходів з її підвищення	Стадія	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Андрухов В. М.	<i>[Signature]</i>	25.04		П	1	14
Керівник	Андрухов В. М.	<i>[Signature]</i>	25.04				
Н. контроль	Масевська І. В.	<i>[Signature]</i>	24.05				
Опонент	Степанов Д. В.	<i>[Signature]</i>	03.06				
Затвердив	Швець В. В.	<i>[Signature]</i>	03.06	Мета досліджень, Об'єкт досліджень, Предмет досліджень	ВНТУ гр. Б-22 м		

					08-11.МКР.005.00.000		
					Місто Мукачево		
Розробив	Дідовець І. В.	<i>[Signature]</i>	25.04	Оцінка фактичної сейсмостійкості об'єкта соціальної інфраструктури з розробкою конструктивних заходів з її підвищення	Стадія	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Андрухов В. М.	<i>[Signature]</i>	25.04		П	2	14
Керівник	Андрухов В. М.	<i>[Signature]</i>	25.04				
Н. контроль	Масевська І. В.	<i>[Signature]</i>	24.05				
Опонент	Степанов Д. В.	<i>[Signature]</i>	03.06				
Затвердив	Швець В. В.	<i>[Signature]</i>	03.06	Задачі досліджень	ВНТУ гр. Б-22 м		

					08-11.МКР.005.00.000			
					Місто Мукачєво			
Розробив	Дідовець І. В.	<i>[Signature]</i>	25.04	Оцінка фактичної сейсмостійкості об'єкта	Стадія	Аркуш	Аркушів	
Перевірів	Андрухов В. М.	<i>[Signature]</i>	25.04	соціальної інфраструктури з розробкою	П	3	14	
Керівник	Андрухов В. М.	<i>[Signature]</i>	25.04	конструктивних заходів з її підвищення				
Н. контроль	Масевська І. В.	<i>[Signature]</i>	24.05	Об'єкт дослідження. Розрахункова	ВНТУ гр. Б-22 м			
Опонент	Степанов Д. В.	<i>[Signature]</i>	03.06	модель 7-ми поверхової будівлі				
Затвердив	Швець В. В.	<i>[Signature]</i>	03.06					

					08-11.МКР.005.00.000			
					Місто Мукачєво			
Розробив	Дідовець І. В.	<i>[Signature]</i>	25.04	Оцінка фактичної сейсмостійкості об'єкта	Стадія	Аркуш	Аркушів	
Перевірів	Андрухов В. М.	<i>[Signature]</i>	25.04	соціальної інфраструктури з розробкою	П	4	14	
Керівник	Андрухов В. М.	<i>[Signature]</i>	25.04	конструктивних заходів з її підвищення				
Н. контроль	Масевська І. В.	<i>[Signature]</i>	24.05	Розрахункова модель 7-ми поверхової	ВНТУ гр. Б-22 м			
Опонент	Степанов Д. В.	<i>[Signature]</i>	03.06	будівлі. Результати чисельних досліджень				
Затвердив	Швець В. В.	<i>[Signature]</i>	03.06					

					08-11.МКР. 027.00.000			
					Місто Мукачєво			
Розробив	Дідовець І. В.	<i>[Signature]</i>	25.04	Методи оцінки сейсмостійкості	Стадія	Аркуш	Аркушів	
Перевірів	Андрухов В. М.	<i>[Signature]</i>	25.04	будівель при впливі повторних	П	5	14	
Керівник	Андрухов В. М.	<i>[Signature]</i>	25.04	сейсмічних подій				
Н. контроль	Масевська І. В.	<i>[Signature]</i>	24.05	Результати чисельних досліджень	ВНТУ гр. Б-22 м			
Опонент	Степанов Д. В.	<i>[Signature]</i>	03.06					
Затвердив	Швець В. В.	<i>[Signature]</i>	03.06					

					08-11.МКР. 027.00.000		
					Місто Мукачево		
Розробив	Дідовець І. В.	<i>[Signature]</i>	25.04	Методи оцінки сейсмостійкості будівель при впливі повторних сейсмічних подій	Стадія	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Андрухов В. М.	<i>[Signature]</i>	25.04		П	6	14
Керівник	Андрухов В. М.	<i>[Signature]</i>	25.04				
Н. контроль	Маєвська І. В.	<i>[Signature]</i>	24.05	Результати чисельних досліджень	ВНТУ гр. Б-22 м		
Опонент	Степанов Д. В.	<i>[Signature]</i>	03.06				
Затвердив	Швець В. В.	<i>[Signature]</i>	03.06				

					08-11.МКР. 027.00.000		
					Місто Мукачево		
Розробив	Дідовець І. В.	<i>[Signature]</i>	25.04	Методи оцінки сейсмостійкості будівель при впливі повторних сейсмічних подій	Стадія	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Андрухов В. М.	<i>[Signature]</i>	25.04		П	7	14
Керівник	Андрухов В. М.	<i>[Signature]</i>	25.04				
Н. контроль	Маєвська І. В.	<i>[Signature]</i>	24.05	Результати чисельних досліджень. Порівняння результатів розрахунку	ВНТУ гр. Б-22 м		
Опонент	Степанов Д. В.	<i>[Signature]</i>	03.06				
Затвердив	Швець В. В.	<i>[Signature]</i>	03.06				

					08-11.МКР. 027.00.000		
					Місто Мукачево		
Розробив	Дідовець І. В.	<i>[Signature]</i>	25.04	Методи оцінки сейсмостійкості будівель при впливі повторних сейсмічних подій	Стадія	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Андрухов В. М.	<i>[Signature]</i>	25.04		П	8	14
Керівник	Андрухов В. М.	<i>[Signature]</i>	25.04				
Н. контроль	Маєвська І. В.	<i>[Signature]</i>	24.05	Заходи з підсилення будівельних конструкцій. Порівняння результатів розрахунку	ВНТУ гр. Б-22 м		
Опонент	Степанов Д. В.	<i>[Signature]</i>	03.06				
Затвердив	Швець В. В.	<i>[Signature]</i>	03.06				

					08-11.МКР.005.00.000		
					Місто Мукачево		
Розробив	Дідовець І. В.	<i>[Signature]</i>	25.04	Оцінка фактичної сейсмостійкості об'єкта соціальної інфраструктури з розробкою конструктивних заходів з її підвищення	Стадія	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Андрухов В. М.	<i>[Signature]</i>	25.04		П	9	14
Керівник	Андрухов В. М.	<i>[Signature]</i>	25.04				
Н. контроль	Маєвська І. В.	<i>[Signature]</i>	24.05	Висновки за результатами досліджень	ВНТУ гр. Б-22 м		
Опонент	Степанов Д. В.	<i>[Signature]</i>	03.06				
Затвердив	Швець В. В.	<i>[Signature]</i>	03.06				

					08-11.МКР.005.00.000		
					Місто Мукачево		
Розробив	Дідовець І. В.	<i>[Signature]</i>	25.04	Методи оцінки сейсмостійкості будівель при впливі повторних сейсмічних подій	Стадія	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Андрухов В. М.	<i>[Signature]</i>	25.04		П	10	14
Керівник	Андрухов В. М.	<i>[Signature]</i>	25.04				
Н. контроль	Маєвська І. В.	<i>[Signature]</i>	24.05	Висновки за результатами досліджень	ВНТУ гр. Б-22 м		
Опонент	Степанов Д. В.	<i>[Signature]</i>	03.06				
Затвердив	Швець В. В.	<i>[Signature]</i>	03.06				

					08-11.МКР.005 - АР		
					Місто Мукачево		
Розробив	Дідовець І. В.	<i>[Signature]</i>	25.04	Оцінка фактичної сейсмостійкості об'єкта соціальної інфраструктури з розробкою конструктивних заходів з її підвищення	Стадія	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Андрухов В. М.	<i>[Signature]</i>	25.04		П	11	14
Керівник	Андрухов В. М.	<i>[Signature]</i>	25.04				
Н. контроль	Маєвська І. В.	<i>[Signature]</i>	24.05	Генеральний план, проектні візуалізації, ситуаційна схема ділянки проектування. Умовні позначення.	ВНТУ гр. Б-22 м		
Опонент	Степанов Д. В.	<i>[Signature]</i>	03.06				
Затвердив	Швець В. В.	<i>[Signature]</i>	03.06				

					08-11.МКР.005 - АР		
					Місто Мукачево		
Розробив	Дідовець І. В.		25.04	Оцінка фактичної сейсмостійкості об'єкта соціальної інфраструктури з розробкою конструктивних заходів з її підвищення	Стадія	Аркуш	Аркушів
Перевірів	Андрухов В. М.		25.04		П	12	14
Керівник	Андрухов В. М.		25.04				
Н. контроль	Маєвська І. В.		24.05	План типового поверху, план поверху на відмітці 0,000, розріз 1-1	ВНТУ гр. Б-22 м		
Опонент	Степанов Д. В.		03.06				
Затвердив	Швець В. В.		03.06				

					08-11.МКР.005 - АР		
					Місто Мукачево		
Розробив	Дідовець І. В.		25.04	Оцінка фактичної сейсмостійкості об'єкта соціальної інфраструктури з розробкою конструктивних заходів з її підвищення	Стадія	Аркуш	Аркушів
Перевірів	Андрухов В. М.		25.04		П	13	14
Керівник	Андрухов В. М.		25.04				
Н. контроль	Масєвська І. В.		24.05		Фасад А-Н; розріз 1-1, розріз 2-2, опорядження фасадів.		
Опонент	Степанов Д. В.		03.06				
Затвердив	Швець В. В.		03.06		ВНТУ гр. Б-22 м		

					08-11.МКР.005 - АР			
					Місто Мукачево			
Розробив	Дідовець І. В.		25.04	Оцінка фактичної сейсмостійкості об'єкта соціальної інфраструктури з розробкою конструктивних заходів з її підвищення	Стадія	Аркуш	Аркушів	
Перевірів	Андрухов В. М.		25.04		П	14	14	
Керівник	Андрухов В. М.		25.04					
Н. контроль	Маєвська І. В.		24.05	План покрівлі, план підвалу, архітектурні деталі	ВНТУ гр. Б-22 м			
Опонент	Степанов Д. В.		03.06					
Затвердив	Швець В. В.		03.06					