

Міністерство освіти і науки України

Луцький національний технічний університет
(повне найменування закладу вищої освіти)

Факультет архітектури, будівництва та дизайну
(повне найменування факультету)

Кафедра будівництва та цивільної інженерії
(повне найменування кафедри)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»
БАГАТОКВАРТИРНИЙ ЖИТЛОВИЙ БУДИНОК З
ОФІСНИМИ ПРИМІЩЕННЯМИ
У М. БІЛА ЦЕРКВА, КИЇВСЬКОЇ ОБЛ.**

спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Будівництво та цивільна інженерія»
(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи БЦІс-31
РОГУЛА Роман Олегович

(підпис)

Керівник:
к.т.н., доцент
САМЧУК Володимир Петрович

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«__» _____ 2025 р.
к.т.н., доцент

Гарант освітньої програми:
АНДРІЙЧУК Олександр Валентинович

(підпис)

Луцьк – 2025 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування закладу вищої освіти)

Факультет _____
Кафедра _____
Ступінь вищої освіти _____
Галузь знань _____
Спеціальність _____
Індивідуальна освітня траєкторія здобувача _____
Освітня програма _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри будівництва та
цивільної інженерії

О. УЖЕГОВА

" 31 " грудня 2024 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Рогулі Роману Олеговичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи бакалавра

Багатоквартирний житловий будинок з
офісними приміщеннями у м. Біла Церква
Київської обл.

Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра

Володимир Самчук,

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

к.т.н., доцент

затверджені наказом закладу вищої освіти від " 31 " грудня 2024 року № 489/01-02

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи 1 червня 2025 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи бакалавра район будівництва, інженерно-геологічні
умови будівельного майданчика, схеми планів, фасадів та розрізів будівлі.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

об'ємно-планувальне рішення; архітектурно-конструктивне рішення; інженерне обладнання
(принципове вирішення водопостачання і водовідведення, теплогазопостачання); будівельна
фізика (теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни або покриття /розрахунок освітлення);
техніко-економічні показники проекту. Обґрунтування вибору конструкцій. Проектування
таких несучих конструкцій будівлі: монолітних залізобетонних пілоків,
монолітної з/б фундаментної плити.

Визначення номенклатури та об'ємів робіт; вибір методів виконання робіт; вибір кранів;
розробка технологічної карти на виконання певного виду будівельних робіт,
складання календарного плану або сіткового графіка будівництва; проектування будівельного
генерального плану об'єкта. Складання локального кошторису на загальнобудівельні роботи.

Заходи з охорони праці, охорони навколишнього середовища при зведенні об'єкту.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Архітектурно-будівельна частина виконується на стадії робочого проекту (2 аркуші), включає: плани, фасади, розрізи, схеми елементів покриття, перекриття, покрівлі та фундаментів будівлі.
Розрахунково-конструктивна частина виконується на стадії робочого проекту, викреслюють основні несучі конструкції запроєктованої будівлі, розраховані у розділі 2 (2 аркуші).
Розділ "Технологія та організація будівництва" (2 аркуші) виконується на стадії робочого проекту, включає проект виконання робіт, будівельний генеральний план, календарний або сітковий графік зведення об'єкту або технологічну карту на виконання певних робіт.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи бакалавра

Розділ	Ім'я, прізвище, посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Архітектурно-будівельна частина	Володимир САНГУК доцент каф. БЦІ		
2. Розрахунково-конструктивна частина	Світлана Ротко доцент каф. БЦІ		
3. Технологія та організація будівництва	Олександр ЧАПТОК доцент каф. БЦІ		
4. Економічна частина	Володимир САНГУК доцент каф. БЦІ		
5. Охорона праці	Володимир САНГУК доцент каф. БЦІ		

7. Дата видачі завдання " 31 " грудня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Перша контрольна перевірка. Архітектурно-будівельна частина	05.05.2025	
2	Друга контрольна перевірка. Розрахунково-конструктивна частина. Технологія та організація будівництва	10.05.2025	
3	Третя контрольна перевірка. Економічна частина. Охорона праці. Завершення випускної кваліфікаційної роботи	24.05.2025	
4	Подання виконаної випускної кваліфікаційної роботи на інструментальну перевірку щодо академічного плагіату	03.06.2025	
5	Подання виконаної випускної кваліфікаційної роботи з відгуком керівника на підпис завідувачу кафедри, направлення на рецензію	07.06.2025	
6	Подання виконаної випускної кваліфікаційної роботи на підпис декану та відповідальному секретарю екзаменаційної комісії	07.06.2025	
7	Захист випускної кваліфікаційної роботи		Графік роботи екзаменаційної комісії № 37: 23, 24 і 25 червня 2025 р.

Здобувач вищої освіти

Роман Ротко
(ім'я та прізвище)

Керівник дипломного проекту

Володимир САНГУК
(ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Рогула Р. О. Багатоквартирний житловий будинок з офісними приміщеннями у м. Біла Церква, Київської обл. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Будівництво та цивільна інженерія» спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2025.

Робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, переліку використаних джерел та додатків.

Виконано архітектурно-конструктивне, інженерно-технологічне та економічне обґрунтування проектування багатоповерхової житлової будівлі з урахуванням сучасних вимог до енергоефективності, безпеки та організації будівельного виробництва.

Об'єктом дослідження є процес проектування та будівництва п'ятиповерхової житлової будівлі.

Мета роботи – розробити комплексну проектну документацію, що передбачає обґрунтовані рішення щодо конструктивної системи, технології виконання робіт, економічної ефективності та охорони праці.

У роботі застосовано методи об'ємно-планувального моделювання, розрахунково-конструктивного аналізу у програмному середовищі САПФІР-3D та ЛПРА-САПР, методику складання календарного плану, а також підходи до визначення локального кошторису з використанням ресурсного методу. Особливу увагу приділено заходам безпеки праці та протипожежного захисту.

Результати дослідження мають практичну спрямованість і можуть бути використані у реальному проектуванні аналогічних п'ятиповерхових об'єктів житлового будівництва.

SUMMARY

Rogula R. O. Multi-Apartment Residential Building with Office Spaces in Bila Tserkva, Kyiv Region. Manuscript.

Bachelor's Qualification Thesis in the Educational Program "Construction and Civil Engineering", Specialty 192 – Construction and Civil Engineering. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2025.

The thesis consists of an introduction, five chapters, conclusions, a list of references, and appendices.

The project provides architectural, structural, engineering-technological, and economic justification for the design of a multi-storey residential building, taking into account modern requirements for energy efficiency, safety, and construction process organization.

The object of the research is the process of designing and constructing a five-storey residential building.

The purpose of the work is to develop comprehensive project documentation that includes well-founded decisions regarding the structural system, construction technology, economic efficiency, and occupational safety.

The study applies methods of spatial and planning modeling, structural and computational analysis using SAPPHIRE-3D and LIRA-SAPR software, calendar scheduling techniques, and approaches to local cost estimation based on the resource method. Special attention is paid to occupational safety and fire protection measures.

The research results are practically oriented and can be applied in real-life design of similar five-storey residential buildings.

ЗМІСТ

Вступ	7
Вихідні дані проекту	9
Умови району будівництва.....	9
Функціональна характеристика.....	10
1 Архітектурно-будівельна частина	12
1.1 Об'ємно-планувальне рішення.....	12
1.2 Архітектурно-конструктивне рішення.....	13
1.3 Інженерні мережі.....	15
1.4 Будівельна фізика	21
1.5 Техніко-економічні показники	23
2 Розрахунково-конструктивна частина	24
2.1 Обґрунтування вибору конструкцій.....	24
2.2 Інформаційне моделювання та аналіз конструктивної системи будівлі у САПФІР-3D та ЛРА-САПР	25
2.3 Розрахунок та конструювання монолітної фундаментної плити.....	30
2.4 Розрахунок та конструювання монолітних пілонів.....	33
3 Технологія та організація будівництва	37
3.1 Визначення номенклатури та об'ємів робіт.....	37
3.2 Вибір методів виконання робіт.....	39
3.3 Підбір монтажного крана.....	41
3.4 Складання календарного плану виконання робіт.....	43
3.5 Проектування бюджету плану об'єкта	45
4 Економіка будівництва	53
4.1 Пояснювальна записка до економічної частини проекту	53
4.2 Локальний кошторис на загальнобудівельні роботи.....	54
5 Охорона праці	55
5.1 Аналіз небезпек на будівельному майданчику.....	55
5.2 Нормативні вимоги до безпеки та гігієни праці	56
5.3 Технічні рішення для забезпечення безпеки.....	56
5.4 Пожежна безпека на будівельному майданчику	56
5.5 Заходи з охорони довкілля.....	57
Висновки	58
Перелік джерел посилання	60

ВСТУП

Одним із головних напрямів розвитку сучасного містобудування є зведення житлових об'єктів з урахуванням принципів енергоефективності, екологічної безпеки та раціонального використання простору. Проектування багатопверхових житлових будинків потребує комплексного підходу, що охоплює не лише архітектурно-конструктивну складову, а й організацію будівельного виробництва, економічну ефективність і вимоги безпеки. Саме тому обрана тема кваліфікаційної роботи є актуальною, оскільки відповідає сучасним вимогам сталого розвитку, технічного прогресу в галузі будівництва та потребам міської інфраструктури.

Проблематика раціонального проектування житлових будівель розглядається у працях багатьох вітчизняних та зарубіжних дослідників, які акцентують увагу на енергоефективності, оптимізації конструктивних рішень, цифровізації будівництва. Проте, попри наявність значної кількості наукових публікацій, подальшого дослідження потребують питання поєднання інформаційного моделювання будівель (BIM), сучасних інженерних розрахунків і практичної організації будівельного процесу для об'єктів житлового призначення.

Метою даної кваліфікаційної роботи є проектування п'ятиповерхового житлового будинку з повним обґрунтуванням архітектурно-конструктивних рішень, інженерних систем, організації будівництва, економічної ефективності та заходів охорони праці.

Для досягнення поставленої мети у роботі вирішено такі завдання [1]:

- проаналізувати вихідні дані та умови району будівництва;
- розробити об'ємно-планувальне та конструктивне рішення житлового будинку;
- сформувати модель будівлі у САПФІР-3D та виконати її розрахунок у програмному комплексі ЛПРА-САПР;
- здійснити інженерне обґрунтування несучих конструкцій: фундаментної плити та пілонів;
- визначити технологічну послідовність виконання робіт і побудувати календарний план;

- здійснити підбір монтажного крана та спроектувати будівельний генеральний план;
- скласти локальний кошторис на загальнобудівельні роботи;
- розробити комплекс заходів з охорони праці, пожежної безпеки та охорони довкілля.

Об'єктом дослідження є процес проектування та зведення багатоповерхової житлової будівлі з урахуванням архітектурних, конструктивних, організаційно-технологічних, економічних і безпекових аспектів.

Предметом дослідження є інженерно-технічні рішення, що забезпечують ефективне проектування, технологію зведення, економічну доцільність і безпечну експлуатацію багатоповерхової житлової будівлі.

Методика дослідження базується на поєднанні класичних інженерних підходів та сучасних цифрових методів: інформаційне моделювання будівель (BIM), розрахунки за допомогою програмного забезпечення САПФІР-3D та ЛПА-САПР, економічне обґрунтування в системі АВК-5, графічне планування з урахуванням нормативних методик, а також аналіз нормативних документів ДБН та ДСТУ.

Інформаційну базу дослідження становлять:

- чинні будівельні норми і стандарти України (ДБН та ДСТУ);
- технічна та проектна документація;
- ресурси програмного забезпечення Autodesk Autocad, САПФІР, ЛПА-САПР, АВК-5;
- наукові праці та монографії з архітектури, будівельної механіки, організації будівництва;
- довідкові, статистичні, економічні та аналітичні матеріали.

ВИХІДНІ ДАНІ ПРОЕКТУ

Умови району будівництва

Будівництво проектованого об'єкта передбачається у місті Біла Церква Київської області, що розташоване у центральній частині правобережної України, в умовах розвиненої міської інфраструктури та помірно континентального клімату [2].

Кліматичні умови

Кліматична зона згідно з ДБН В.1.1-27:2021 – П-Б.

Розрахункова температура зовнішнього повітря в холодний період:

– $t^{\circ} = -22^{\circ}\text{C}$ (за забезпеченістю 0,92).

Середня температура липня:

– $t^{\circ} \approx +19\dots+20^{\circ}\text{C}$.

Нормативна глибина промерзання ґрунту:

– 1,0–1,2 м (для суглинків).

Снігове навантаження:

– V район, характеристичне навантаження – 1,52 кПа.

Вітрове навантаження:

– I район, характеристичне навантаження – 0,39 кПа.

Інженерно-геологічні умови

Геологічні умови району сприятливі для малоповерхового та середньоповерхового будівництва. Поширені суглинки та супіски, ґрунтові води залягають на глибині 2,5–3,0 м.

Сейсмічність району будівництва не перевищує 6 балів за шкалою MSK-64.

Район не підтоплюваний без ризиків зсувів.

Містобудівні умови

Проектована ділянка розташована в межах сформованої міської забудови, має зручні транспортні підходи та інженерну інфраструктуру (електро-, водо-, газо- та теплопостачання).

Призначення земельної ділянки – житлова та громадська забудова відповідно до Генерального плану м. Біла Церква.

Екологічні обмеження

Поблизу ділянки відсутні об'єкти, що створюють небезпечні або шкідливі викиди.

Необхідно врахувати нормативи шумозахисту, інсоляції та озеленення відповідно до ДБН та санітарних вимог.

Функціональна характеристика

Проектований об'єкт – п'ятиповерхова багатоквартирна житлова будівля [3] з вбудовано-прибудованими офісними приміщеннями – належить до цивільних будівель соціального призначення і розрахований на постійну життєдіяльність мешканців у комфортних умовах та забезпечення робочих функцій у межах першого поверху.

Житлові поверхи (2–5-й) містять 16 квартир, з яких:

- 8 – трикімнатні, орієнтовані на сім'ї з дітьми,
- 8 – двокімнатні, призначені для менших за складом домогосподарств.

На першому поверсі розміщуються офісні приміщення, що орієнтовані на забезпечення потреб малого та середнього бізнесу (наприклад, юридичні компанії, IT-сервіси, туристичні агентства, агентства нерухомості тощо). Приміщення офісної частини спроектовані із дотриманням нормативних вимог щодо інсоляції, вентиляції, шумозахисту та протипожежної безпеки.

Функціональне зонування будівлі реалізовано з урахуванням принципів логістичної зручності та інклюзивності. Забезпечено:

- розділення житлової та громадської функцій за рівнями;
- зручний вертикальний та горизонтальний зв'язок (лестнично-ліфтові вузли, загальні коридори);
- безбар'єрний доступ до входів у будівлю;
- наявність підсобних, технічних і підвальних приміщень (у т.ч. під інженерні системи та тимчасове зберігання майна).

Будівля проектується з урахуванням нормативної бази України, включаючи:

- ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові будинки. Основні положення»,
- ДБН В.2.2-10:2018 «Будинки і споруди. Заклади обслуговування»,
- ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»,
- ДБН В.2.2-40:2018 «Інклюзивність будівель і споруд».

Усі конструктивні, інженерні, санітарно-гігієнічні та просторові рішення спрямовані на забезпечення: комфорту та безпеки проживання мешканців, функціональної гнучкості приміщень, енергоефективності та економічної доцільності експлуатації будівлі.

1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Об'ємно-планувальне рішення

Проектований будинок є п'ятиповерховою будівлею змішаного призначення: на першому поверсі розміщуються офісні приміщення, а з другого по п'ятий – житлові квартири. Загальна кількість квартир – 16 одиниць, у тому числі:

- 8 трикімнатних квартир;
- 8 двокімнатних квартир.

На кожному житловому поверсі запроєктовано 4 квартири, що забезпечує компактне та ефективне планування будівлі [4].

Геометричні параметри будівлі

Габарити в плані (в осях):

- довжина – 27,0 м (в осях 1–9);
- ширина – 16,5 м (в осях А–Ж).

Поверховість – 5 поверхів + підвал.

Висота будівлі – 19,35 м.

Відмітка рівня підлоги 1-го поверху – 0,000.

Висота приміщень першого поверху – 3,0 м, житлових поверхів – згідно з нормативами (від підлоги до підвісної стелі орієнтовно 2,8 м).

Планування офісних приміщень

Офісна частина, розміщена на першому поверсі, поділена на дві функціонально незалежні зони з окремими входами з боку головного фасаду. У кожному офісі передбачено:

- 4 робочі кімнати;
- коридорну зону;
- 2 санвузли (для співробітників і відвідувачів).

Таке рішення забезпечує функціональну автономність офісних груп і зручну логістику для користувачів.

Житлова частина

Вхід до житлової секції будинку організовано з тилового фасаду, що дозволяє просторово розділити громадське та приватне функціональне середовище. Вертикальне сполучення забезпечується сходово-ліфтовим вузлом, розташованим у центрі планувальної схеми.

Житлові квартири спроектовано з дотриманням нормативних вимог щодо:

- інсоляції та природного освітлення;
- оптимального співвідношення житлової та допоміжної площі;
- евакуації та протипожежного захисту.

Підвальне приміщення використовується для розміщення інженерних комунікацій, а також передбачає допоміжні господарські приміщення.

Об'ємно-планувальне рішення відповідає вимогам ДБН а також забезпечує зручність експлуатації, архітектурну логіку та можливість адаптації до потреб різних користувачів зокрема маломобільних груп населення [5].

1.2 Архітектурно-конструктивне рішення

Архітектурно-конструктивне рішення проектованої будівлі розроблено з урахуванням нормативної документації, вимог енергоефективності, технологічності будівництва та раціонального використання матеріалів [6]. Конструктивна схема будівлі з неповним каркасом: з несучими зовнішніми стінами та внутрішніми монолітними елементами жорсткості: колонами та пілонами [7].

Фундаменти

У якості основи будівлі застосовано монолітну залізобетонну плиту товщиною 400 мм, виконану з бетону класу С16/20, на щільних заповнювачах з об'ємною масою 2400 кг/м³. Армування здійснюється стержневою арматурою класу А400С, що забезпечує міцність та тріщиностійкість фундаменту при дії вертикальних і горизонтальних навантажень.

Стіни

Підвальні стіни виконано монолітними залізобетонними товщиною 300 мм, що гарантує надійність в умовах підземної експлуатації та дії ґрунтової вологи.

Зовнішні несучі стіни надземної частини мають товщину 510 мм і виконуються з повнотілої керамічної цегли марки КРПв-1НФ-М100-1650-F-25-1, на цементно-піщаному розчині марки М100. Зовнішнє утеплення передбачається мінераловатними плитами товщиною 150 мм, з фінішною обробкою декоративною штукатуркою з паропроникними властивостями.

Перегородки

Внутрішні перегородки – цегляні, товщиною 120 мм (міжкімнатні) та 200 мм (міжквартирні), з керамічної цегли марки КРПв-1НФ-М75-1650-F-15, на розчині марки М75.

Перемички

Над віконними та дверними прорізами встановлюються збірні залізобетонні перемички відповідно до серії 1.038.1-1, марок 2ПБ13-1п, 2ПБ17-1п, 3ПБ21-2п.

Перекриття

Всі перекриття запроектовано монолітними залізобетонними, із бетону С20/25, з армуванням відповідно до розрахункових зусиль. Такий тип перекриття забезпечує жорсткість, стійкість до навантажень та акустичний комфорт.

Вертикальні елементи

Колони та пілони – монолітні залізобетонні, з бетону С20/25, є частиною конструктивної системи жорсткості.

Ліфтова шахта виконується із збірних залізобетонних елементів заводського виготовлення. Запроектовано встановлення ліфтової установки вантажопідйомністю 630 кг відповідно до сучасних вимог доступності та безпеки.

Покрівля

Запроектована плоска покрівля з водонепроникним покриттям, утепленням і системою внутрішнього водовідведення. Конструктивна схема дозволяє розміщення вентиляційного обладнання та оглядових люків.

Сходові клітини

Сходи – збірні залізобетонні марші та площадки з бетону С20/25, армовані арматурою класів А400С (поздовжня) та А240С (поперечна), згідно з вимогами ДСТУ 3760:2019.

Столярні вироби

Вікна та балконні блоки – металопластикові, з енергоефективними склопакетами. Монтаж проводиться із застосуванням анкерних кріплень та монтажною піни з герметизацією стиків.

Вхідні двері до офісів і квартир – металеві, протизламні.

Міжкімнатні двері – дерев'яні або МДФ-панельовані (за вибором власника).

Оздоблення

Цокольна частина будівлі оздоблюється декоративною мозаїчною плиткою з фактурою рваного каменю темно-сірого кольору.

Стіни та стелі в житлових приміщеннях шпаклюються сумішами фірми «Saitten», після чого покриваються декоративними оздоблювальними матеріалами.

Санвузли оздоблюються керамічною плиткою по висоті стін.

Стелі фарбуються водоемульсійною фарбою, або – за бажанням мешканців – облаштовуються натяжні чи підвісні стелі.

Прийняте архітектурно-конструктивне рішення будівлі забезпечує:

- просторову жорсткість і стійкість об'єкта,
- комфортні умови експлуатації,
- відповідність чинним будівельним нормам та енергоефективним стандартам,
- естетичну виразність та довговічність оздоблення.

1.3 Інженерні мережі

1.3.1 Система водопостачання

Система водопостачання проєктованої житлової будівлі з офісними приміщеннями забезпечує споживачів господарсько-питною водою для побутових і санітарно-гігієнічних потреб мешканців та працівників офісів [8].

Джерело водопостачання. Підключення здійснюється до існуючої центральної міської водопровідної мережі м. Біла Церква, яка забезпечує стабільний тиск та необхідну продуктивність. Враховуючи параметри зовнішньої мережі, встановлення насосного обладнання або запірних баків не передбачається.

Схема внутрішнього водопроводу. У будівлі запроектовано внутрішню водопровідну систему з нижнім розведенням, яка є традиційною для багатоповерхових житлових будівель:

- магістральні стояки піднімаються з технічного підвалу до верхніх поверхів;
- на кожному поверсі виконується відгалуження до санвузлів, кухонь та побутових приладів;
- передбачено встановлення запірної арматури на кожному стояку для обслуговування окремих секцій без повного відключення системи.

Холодне та гаряче водопостачання. Холодна вода подається безпосередньо з міської водопровідної мережі до всіх точок водоспоживання.

Гаряче водопостачання передбачається від індивідуальних електричних водонагрівачів або двоконтурних газових котлів, залежно від обраної конфігурації інженерного обладнання в кожній квартирі.

У санвузлах та кухнях передбачено змішувачі з підключенням до обох типів води.

Матеріали трубопроводів. Внутрішні мережі виконуються із поліпропіленових труб із армуванням (PPR-AL-PPR), стійких до гідравлічних навантажень і корозії.

З'єднання труб – термозварні, із застосуванням фітінгів відповідного тиску.

Прокладання трубопроводів передбачається в штрабах, у шахтах стояків або під обшивкою стін з доступом до вузлів обслуговування.

1.3.2 Система водовідведення

Система водовідведення в проектованій житловій будівлі забезпечує збір і відведення господарсько-фекальних стічних вод з усіх приміщень, обладнаних санітарно-технічними приладами [9]. Основною метою системи є надійне транспортування стоків до міської каналізаційної мережі з подальшим централізованим очищенням та знезараженням на очисних спорудах міста Біла Церква.

Характеристика системи. Каналізація запроектована як внутрішня система водовідведення з виведенням до зовнішньої централізованої міської мережі. Тип системи – самопливна, із вертикальними стояками і горизонтальними випусками. Усі санітарні прилади підключаються до каналізаційної мережі через відвідні труби, що транспортують стоки до стояків та випусків.

Діаметри трубопроводів. До унітазів підводяться труби діаметром 100 мм. До раковин, душових піддонів, ванн, пральних машин – труби \varnothing 50 мм. Основні стояки та випуски – \varnothing 100 мм з переходами до колектора.

Матеріали трубопроводів. Для влаштування внутрішньої каналізації використовуються пластикові поліпропіленові труби (PP або PVC-U) з підвищеною хімічною і термічною стійкістю. З'єднання здійснюється за допомогою муфтових з'єднань із гумовими ущільненнями, що забезпечують герметичність та простий монтаж. Прокладання труб виконується відкрито або приховано в конструкціях, з дотриманням нормативних ухилів (від 0,02 до 0,035 залежно від діаметра труби).

Вентиляція системи. Кожен стояк завершено вентиляційною трубою (фановою), виведеною вище рівня покрівлі, що забезпечує баланс тиску в системі та запобігає розрідженню повітря в сифонних затворах.

Експлуатаційні особливості. У вузлових точках передбачено ревізії для очищення та обслуговування трубопроводів. Розташування стояків забезпечує мінімальну довжину горизонтальних ділянок, що знижує ризик засмічень і спрощує обслуговування.

1.3.3 Електропостачання та електрообладнання

Проектована система електропостачання житлової будівлі з офісними приміщеннями забезпечує безперебійну та безпечну подачу електроенергії до всіх споживачів – як житлового, так і громадського призначення.

Джерело живлення. Електропостачання здійснюється від існуючої міської мережі низької напруги напругою 0,4 кВ, що подається від повітряної або кабельної лінії електропередач (ЛЕП).

Ввід і розподіл електроенергії. На ввіді в будівлю встановлюється ввідно-розподільчий пристрій (ВРУ), що включає:

- апаратуру вводу, захисту, обліку та автоматичного відключення живлення;
- автоматичне перемикання між двома взаєморезервуючими лініями живлення (обидві – 0,4 кВ), підключеними до різних вводів.

Така схема забезпечує резервування живлення на випадок аварійного відключення однієї з ліній.

Внутрішнє електропостачання. Житлові та офісні приміщення забезпечуються окремими відгалуженнями від головної електрощитової. Для кожної квартири та офісу передбачено індивідуальні розподільчі щити (ЩК) з автоматами захисту та лічильниками електроенергії. Усі електричні мережі в будівлі виконуються мідними кабелями з подвійною ізоляцією, прокладеними в гофрованих трубах або кабель-каналах згідно з правилами пожежної безпеки.

Навантаження та розрахунок потужності. Загальне навантаження на будівлю розраховано з урахуванням одночасності та потужності побутових приладів, освітлення, систем вентиляції та інженерного обладнання. Розрахункове навантаження однієї квартири орієнтовно становить 5,5–7,0 кВт, а офісу – залежно від обладнання, не більше 10 кВт.

Заземлення та захист. У будівлі передбачено систему захисного заземлення типу TN-C-S, що відповідає вимогам ПУЕ (Правила улаштування електроустановок). Передбачено встановлення УЗО (пристроїв захисного відключення) для вологих приміщень (санвузли, кухні). Всі електроустановки мають ступінь захисту не нижче IP44.

Освітлення. Внутрішнє освітлення передбачено у вигляді енергозберігаючих LED-світильників, індивідуально керованих. В місцях загального користування (сходові клітини, коридори, підвал) застосовуються датчики руху або таймери.

1.3.4 Система опалення та теплопостачання

У проєктованому житловому будинку з офісними приміщеннями передбачено місцеву поквартирну систему опалення, що дозволяє забезпечити індивідуальне регулювання температурного режиму, енергоефективність та зниження експлуатаційних витрат [10].

Тип системи. Передбачається двотрубна система водяного опалення з примусовою циркуляцією теплоносія. Система є незалежною для кожної квартири, що дозволяє мешканцям самостійно визначати графік опалення та температуру в приміщеннях.

Джерело теплопостачання. У кожній квартирі встановлюється індивідуальний малогабаритний двоконтурний газовий котел Bosch, розміщений у кухонній зоні, з можливістю:

- одночасного опалення приміщень;
- підготовки гарячої води для побутових потреб.

Котли обладнані системами автоматичного контролю, захисту від перегріву, блокування подачі газу у разі аварійної ситуації, а також димовідвідними коаксіальними трубами з виходом через зовнішню стіну.

Опалювальні прилади. В якості нагрівальних елементів використовуються сучасні сталеві панельні радіатори ELLIBE, типу IV, з високою тепловіддачею, антикорозійним покриттям та регульованою термоголовкою. У приміщеннях санвузлів додатково передбачено рушникосушарки з підключенням до системи опалення.

Трубопроводи. Для прокладання мереж використано поліетиленові багат шарові труби KISAN PE-RT/AL/PE-RT з алюмінієвим армуванням, які забезпечують:

- стійкість до температури та тиску;
- низький коефіцієнт лінійного розширення;
- тривалий термін експлуатації.

З'єднання виконуються за допомогою прес-фітінгів, що гарантує герметичність і високу надійність вузлів.

У частині квартир, особливо у санвузлах і кухнях, передбачається облаштування системи «тепла підлога», трубопроводи якої прокладаються в теплоізоляційному прошарку Thermalcompact з урахуванням енерговтрат і конфігурації приміщень. Контур теплої підлоги інтегрується у загальну схему опалення з можливістю регулювання температури за допомогою термостатів.

1.3.5 Система вентиляції та повітрообміну

У проєктованій житловій будівлі з офісними приміщеннями передбачається загальнообмінна система природної вентиляції [10], що забезпечує регулярний повітрообмін, видалення забрудненого повітря та надходження свіжого відповідно до санітарно-гігієнічних норм.

Загальна характеристика. Система вентиляції організована за принципом природного спонукання руху повітря за рахунок перепаду температур та тиску між внутрішнім і зовнішнім повітрям. Така система є економічно доцільною, енергонезалежною та рекомендованою для житлових будівель з невеликою поверховістю.

Витяжне повітря. Видалення повітря з приміщень здійснюється через вертикальні вентиляційні канали, які інтегровані в капітальні внутрішні стіни будівлі. Канали передбачені в таких приміщеннях:

- кухні;
- санвузли (ванна та туалет);
- комори або побутові підсобні приміщення.

Кожне приміщення має індивідуальний вентиляційний стояк, що забезпечує надійне відведення повітря без зворотної тяги.

Припливне повітря. Приплив зовнішнього повітря передбачається неорганізованим шляхом:

- через регульовані фрамуги та кватирки у вікнах;
- через мікропровітрювачі в конструкції склопакетів (для сучасних енергоефективних вікон).

У проєкті також враховано необхідність ущільнення дверей до кухонь і санвузлів для створення перепаду тиску, що покращує витяжну дію.

Вентиляція офісних приміщень. Для офісів передбачено відокремлену природну витяжну вентиляцію, з виведенням каналів вище покрівлі, відповідно до протипожежних та санітарних норм. У великих офісних залах дозволяється використання додаткових механічних витяжних вентиляторів з таймерами або датчиками вологості.

Енергозбереження. З метою зменшення тепловтрат через вентиляцію, конструктивно передбачено можливість встановлення індивідуальних припливно-витяжних вентиляційних клапанів з рекуперацією тепла.

1.3.6 Система газопостачання

У проєктованій будівлі передбачається внутрішня система газопостачання побутового призначення [10], призначена для забезпечення роботи двоконтурних газових котлів, які встановлюються в кожній квартирі. Джерелом постачання є існуюча розподільча міська газова мережа середнього тиску.

Газопровід вводиться до будівлі через вузол обліку газу, після чого розподіляється по квартирах по металевих стояках. У приміщеннях кухонь передбачено встановлення:

- газових лічильників індивідуального обліку;
- електромагнітних клапанів із датчиками загазованості;
- природної вентиляції та димовідведення через коаксіальні канали.

1.4 Будівельна фізика

1.4.1 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни

Місто Біла Церква, Київської області, належить до I температурної зони України з сумарною кількістю градусо-днів опалювального періоду понад 3500. Відповідно до [11], для зовнішніх стін при режимі експлуатації Б мінімально допустиме значення опору теплопередачі повинно становити не менше:

$$R_{q,\min} = 4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Крім того, враховано опір теплопередачі внутрішнього повітряного шару [12] ($\alpha_{в} = 8,7 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$) – $R_{вн} = 0,115 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$, та зовнішнього ($\alpha_{з} = 23 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$) – $R_{зовн} = 0,043 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$.

Загальний термічний опір огорожувальної конструкції становить:

$$R_q = 5,11 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт} > R_{q,\text{min}} = 4,0 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}.$$

Таким чином, прийнята товщина утеплювача (150 мм) забезпечує нормативну теплозахисну здатність зовнішньої стіни та сприяє підвищенню енергоефективності будівлі.

1.5 Техніко-економічні показники

Запроектований п'ятиповерховий житловий будинок з офісними приміщеннями має наступні основні техніко-економічні характеристики (таблиця 1.2), що підтверджують його відповідність сучасним вимогам до міської забудови, функціональності та ефективного використання площі:

Таблиця 1.2 – Техніко-економічні показники

№п/п	Найменування	Од. виміру	Кількість
1	Площа забудови	м ²	417,48
2	Будівельний об'єм	м ³	8746,21
3	Загальна площа будівлі	м ²	1784,3
4	Житлова площа	м ²	1317,1
5	Кількість поверхів	штук	5
6	Кількість квартир	штук	16
7	Офісна площа 1-го поверху	м ²	307,72
8	Ступінь вогнестійкості		III
9	Коефіцієнт щільності забудови, k_s		0,35

2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

2.1 Обґрунтування вибору конструкцій

У проєктованій будівлі прийнято конструктивну схему з неповним каркасом, яка поєднує несучі зовнішні стіни з повнотілої керамічної цегли та внутрішні монолітні елементи жорсткості у вигляді залізобетонних колон і пілонів. Такий підхід зумовлений поєднанням житлової та громадської функції будівлі, п'ятиповерховістю, а також необхідністю забезпечення економічної ефективності, просторової жорсткості й функціональної гнучкості.

Обрана конструктивна схема забезпечує достатню несучу здатність та стійкість при дії вертикальних і горизонтальних навантажень. Завдяки наявності внутрішніх монолітних елементів формується ядро жорсткості, яке суттєво покращує просторову роботу конструкцій. Зовнішні несучі стіни виконують функцію основного вертикального несучого контуру, а внутрішні пілони й колони дозволяють зменшити проліт перекриттів, оптимізувати армування та забезпечити рівномірне передавання навантаження на фундаментну плиту.

Порівняно з повністю каркасною схемою, яка вимагає значного обсягу монолітних робіт, складної опалубки та вищих витрат на арматуру, прийняте рішення є технологічно простішим і вигіднішим у реалізації. При цьому, порівняно з суто кам'яною конструктивною системою, комбінований підхід забезпечує кращу сейсмостійкість, жорсткість та довговічність. Важливою перевагою є також планувальна гнучкість: в офісній частині першого поверху завдяки наявності колон можна формувати вільне планування без надлишкових несучих стін, тоді як у житловій частині забезпечується раціональне компонування внутрішніх перегородок без порушення цілісності несучого контуру.

Монолітні елементи жорсткості також відіграють важливу роль у протипожежному зонуванні та при влаштуванні інженерних шахт (ліфти, вентиляційні тощо). Прийнята конструктивна схема забезпечує високу тріщиностійкість, локалізацію зусиль і стійкість у разі часткового пошкодження конструкцій, що відповідає сучасним вимогам надійності та безпеки.

Вибір конструктивної схеми з неповним каркасом є обґрунтованим з позицій міцності, просторової жорсткості, вартості реалізації, технологічності будівництва, архітектурної гнучкості та відповідності чинним нормативним вимогам.

2.2 Інформаційне моделювання та аналіз конструктивної системи будівлі у САПФІР-3D та ЛПА-САПР

2.2.1 Створення геометричної моделі конструктивної схеми

Інформаційне моделювання конструктивної частини будівлі виконано із застосуванням програмного комплексу САПФІР-3D, що входить до складу програмного комплексу ЛПА-САПР і призначений для побудови ВІМ-моделі з подальшим її використанням у розрахунках методом скінченних елементів [13].

На першому етапі в середовищі САПФІР-3D створено архітектурно-будівельну модель проєктованого об'єкта (рис. 2.1), яка відповідає фізичній конфігурації будівлі [14]. У моделі було точно задано:

- геометричні параметри елементів (поверховість, товщини стін і перекриттів, висоти поверхів);
- матеріали основних конструктивних елементів;
- функціональні типи приміщень і конструктивну логіку їх взаємодії.

Після створення фізичної моделі перейшли до формування аналітичної моделі, яка являє собою ідеалізовану систему з урахуванням умов деформування та спрощення геометрії для цілей статичного аналізу.

У процесі формування аналітичної моделі:

- вертикальні несучі елементи (монолітні пілони і колони) були представлені у вигляді стержневих елементів, несучі цегляні стіни – пластинами;
- горизонтальні несучі конструкції (перекриття, плита покриття) замінені на пластинчасті скінченні елементи з вказаними жорсткостями;
- ненесучі стіни та перегородки вилучено з конструктивної геометрії, однак їх вплив враховано у вигляді лінійно розподілених навантажень;
- вузли між елементами моделі об'єднано, забезпечивши коректну передачу зусиль.



Рисунок 2.1 – Архітектурна (фізична) модель будівлі

Особлива увага приділена узгодженню конструктивної моделі з архітектурною, а також заданню зв'язків – по нижній грані фундаментної плити.

На завершальному етапі нанесено сітку скінченних елементів, яка є основою для побудови розрахункової схеми (рис. 2.2) – математичної моделі будівлі. Формування сітки скінченних елементів виконано з урахуванням геометричної складності, рівномірності елементів та забезпечення достатньої точності розрахунку.

Готову розрахункову модель було експортовано до ПК ЛРА-САПР, що дозволяє здійснювати розрахунок, статичний аналіз, підбір армування, перевірку граничних станів та оцінку роботи конструкцій при впливі усіх навантажень.

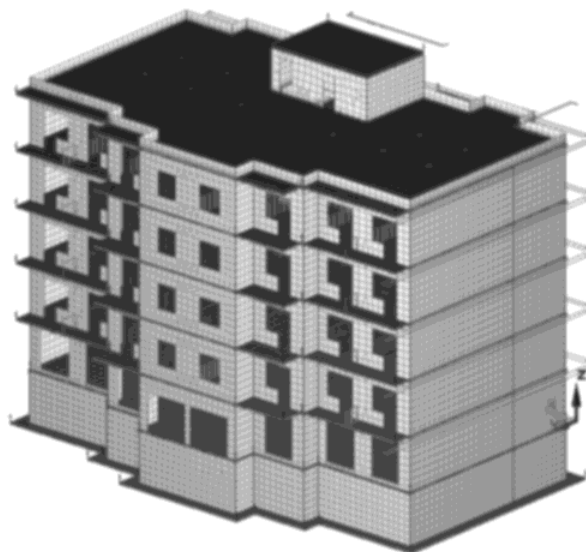


Рисунок 2.2 – Розрахункова модель будівлі

2.2.2 Збір та призначення навантажень у BIM-моделі

Формування навантажень на будівлю здійснювалось у середовищі САПФІР-3D на основі параметричної фізичної моделі. BIM-модель дозволяє точно врахувати всі навантаження, які виникають під час експлуатації будівлі, включаючи постійні та тимчасові, кліматичні та експлуатаційні [15].

Усі навантаження прикладалися безпосередньо до елементів конструктивної моделі (переkritтя, покриття, плита фундаменту) у вигляді розподілених або зосереджених залежно від характеру дії.

Постійне навантаження

Власна вага конструкцій розраховується програмою автоматично на підставі вказаних матеріалів, геометричних параметрів (товщина, площа, об'єм) та щільності матеріалу кожного елемента.

Зокрема, власна вага: залізобетонних плит, цегляних несучих стін, внутрішніх перегородок, ґрунту (навантаження на стіни фундаменту), враховується на підставі відповідних щільностей (бетон – 2500 кг/м^3 , цегла – 1800 кг/м^3 , ґрунт – 1800 кг/м^3).

Тимчасове навантаження

Експлуатаційне навантаження на переkritтя в житлових приміщеннях задається згідно з [15] і становить 150 кг/м^2 ($1,5 \text{ кН/м}^2$). Для офісних приміщень приймається збільшене навантаження $2,0 \text{ кН/м}^2$ відповідно до функціонального призначення.

Снігове навантаження

Місто Біла Церква знаходиться у V сніговому районі України (згідно з ДБН В.1.2-2:2006). Характеристичне значення навантаження снігового покриву для цієї зони становить: $S_0 = 1,52 \text{ кН/м}^2$ (1520 Па).

Навантаження прикладалося до плит покриття у вигляді рівномірно розподіленої сили з урахуванням коефіцієнта форми даху ($\mu = 0,8 \dots 1,0$ – залежно від ухилу), та коефіцієнта надійності за призначенням ($\gamma_f = 1,4$).

попередження виводяться у вигляді повідомлень у діалоговому вікні, що дозволяє оперативно їх усунути перед основним розрахунком.

Наступним кроком є виконання статичного розрахунку конструкції за методом скінченних елементів (МСЕ). У результаті обчислень визначаються основні характеристики напружено-деформованого стану:

- переміщення та прогини конструкцій (рис. 2.4);
- внутрішні зусилля (нормальні сили, згинальні моменти, поперечні сили) (рис. 2.5);
- реакції в опорах;
- зони концентрації зусиль та деформацій.

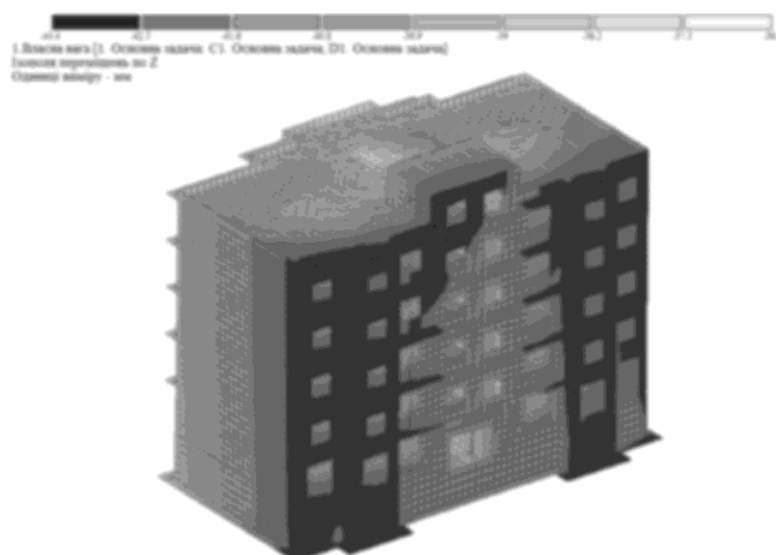


Рисунок 2.4 – Ізополі переміщень по осі Oz

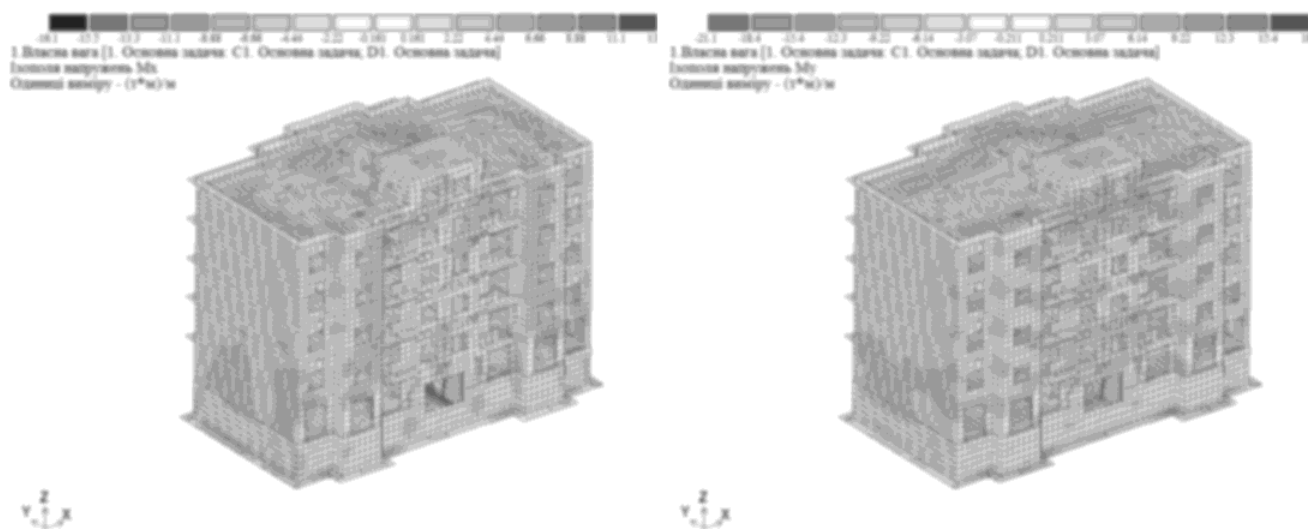


Рисунок 2.5 – Ізополі напружень M_x та M_y

Особлива увага приділяється аналізу переміщень у вертикальних та горизонтальних площинах, що дозволяє виявити найбільш навантажені зони будівлі та потенційно небезпечні ділянки.

Після завершення розрахунку виконується підбір арматури для залізобетонних елементів на основі отриманих зусиль та нормативних вимог до армування згідно з ДБН. Усі результати можуть бути експортовані назад у САПФІР-3D, де за допомогою спеціалізованого інструменту «Армування» виконується візуалізація та деталізація конструктивних елементів із урахуванням фактичного навантаження та типу елемента (колона, пілон, плита тощо).

Отримані результати аналізу в ЛПРА-САПР використовуються як основа для:

- подальших детальних розрахунків окремих конструкцій;
- створення робочої документації та креслень армування.

Застосування САПФІР-3D та ЛПРА-САПР у єдиному BIM-циклі забезпечує високу ступінь інтеграції розрахункового процесу, дозволяючи обґрунтовано проектувати несучі елементи будівлі відповідно до сучасних норм і стандартів.

2.3 Розрахунок та конструювання монолітної фундаментної плити

Фундамент проектованої п'ятиповерхової житлово-громадської будівлі [16] виконано у вигляді суцільної залізобетонної монолітної плити, що сприймає навантаження від вертикальних несучих елементів – стін, колон, пілонів – і рівномірно передає їх на основу [17]. Такий тип фундаменту доцільний для будівель зі значним навантаженням та складними ґрунтовими умовами, а також у випадках, коли глибина закладання відносно невелика.

Розрахунок фундаментної плити виконано з використанням інтегрованого комплексу програм ЛПРА-САПР + САПФІР-3D у середовищі єдиного інформаційного моделювання.

У ЛПРА-САПР імпортовано розрахункову модель фундаментної плити, в якій:

- плита моделюється пластинчастими скінченними елементами;
- жорстко з'єднана з вертикальними несучими елементами будівлі;

– застосовано ґрунтову основу типу «пружне тіло» (модель Вінклера), з врахуванням модуля деформації ґрунту;

– прикладено сумарне навантаження від будівлі, включно з вагою конструкцій, тимчасовими, сніговими та вітровими навантаженнями.

У результаті розрахунку визначено:

– напружено-деформований стан плити у двох головних напрямках (Ox та Oy) (рис. 2.6, 2.7);

– площу необхідної арматури на 1 погонний метр уздовж кожної осі для верхньої та нижньої зон армування (рис. 2.8, 2.9);

– зони концентрації моментів та оптимальні ділянки для додаткового армування.

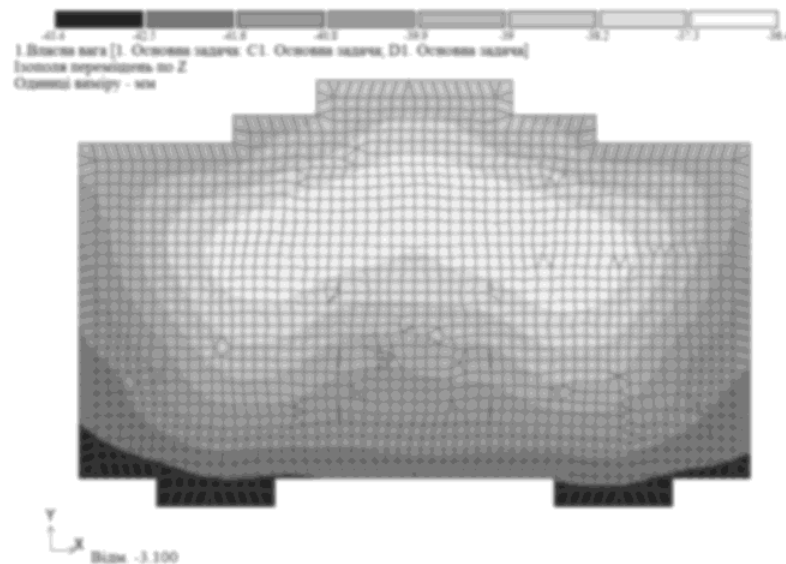


Рисунок 2.6 – Ізополя переміщень по осі Oz

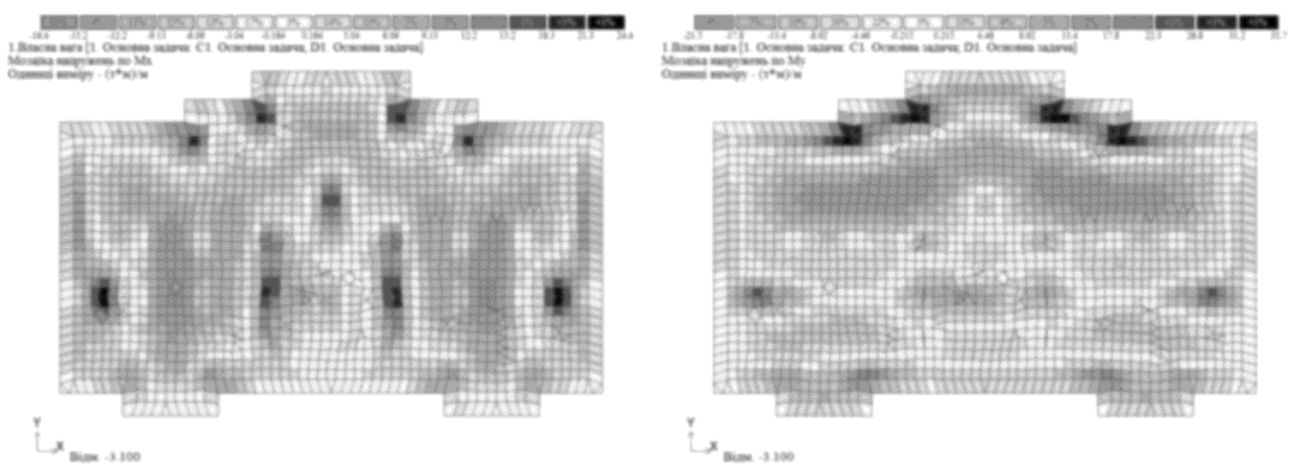


Рисунок 2.7 – Мозаїка напружень по Mx та My

На основі результатів розрахунку в середовищі САПФІР-3D виконано детальне конструювання фундаментної плити. Інструменти платформи дозволили:

- розмістити основне армування у верхній і нижній зонах плити,
- автоматично призначити типи та параметри робочої і конструктивної арматури,
- згенерувати робочі креслення, а також специфікацію арматури, що включено до графічної частини випускної кваліфікаційної роботи.

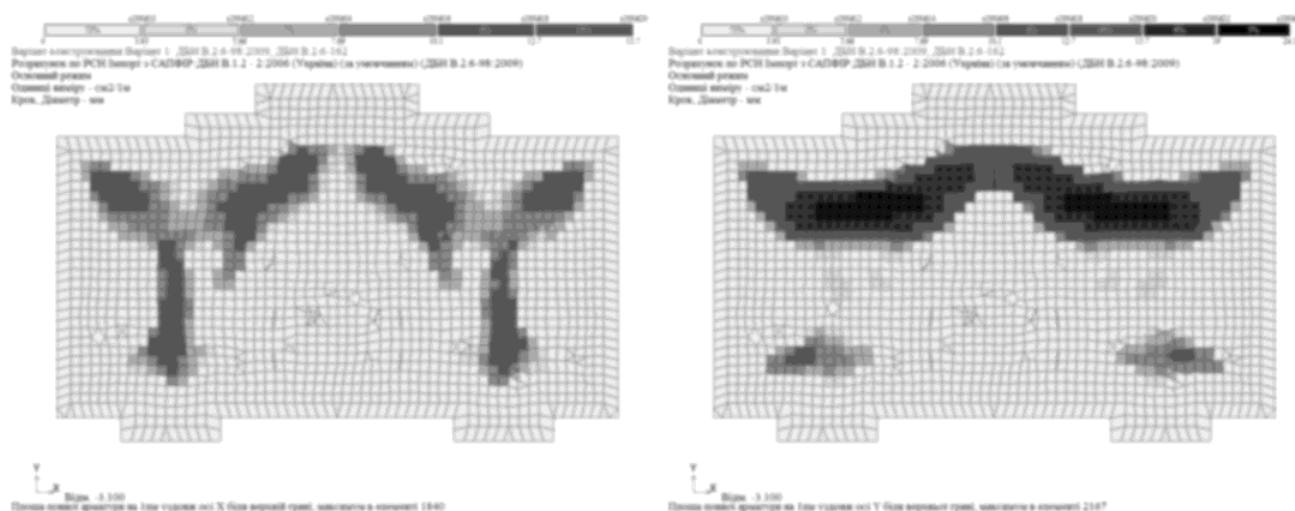


Рисунок 2.8 – Площа повної арматури на 1 м.п. уздовж осі Ox та Oy для верхньої зони армування

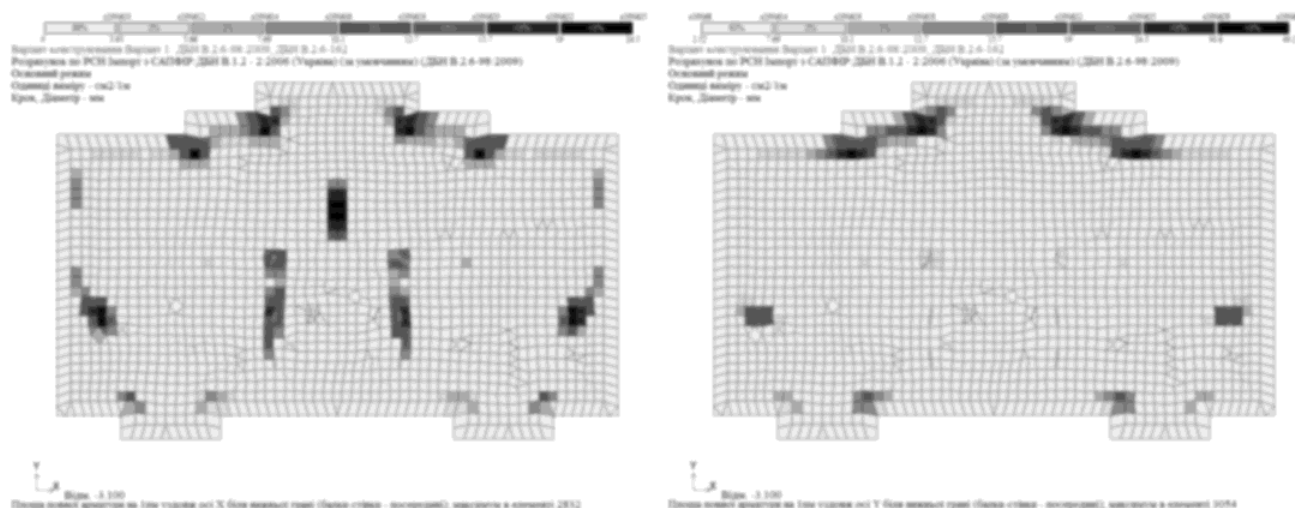


Рисунок 2.9 – Площа повної арматури на 1 м.п. уздовж осі Ox та Oy для нижньої зони армування

Армування фундаментної плити

Робоча арматура біля нижньої грані в обох напрямках – стержні $\varnothing 12$ мм, класу А400С, з кроком 200 мм.

У зонах підвищених зусиль застосовується додаткове армування стержнями $\varnothing 16$ та $\varnothing 20$ мм того ж класу.

Робоча арматура біля верхньої грані в обох напрямках – стержні $\varnothing 12$ мм, класу А400С, з кроком 200 мм, з локальним посиленням ділянками армування $\varnothing 16$ і $\varnothing 20$ мм у зонах негативних моментів (над опорами).

Конструктивна поперечна арматура – стержні $\varnothing 10$ мм, класу А400С, із кроком 400 мм, для забезпечення жорсткості та тріщиностійкості плити в напрямку перпендикулярному до основного армування.

Таке армування забезпечує виконання умов граничного стану міцності та граничного стану придатності до експлуатації, включаючи обмеження по прогинах та тріщиноутворенню. Проектне рішення також враховує умови сприйняття нерівномірного осідання та можливість подальшого ущільнення основи.

2.4 Розрахунок та конструювання монолітних пілонів

Монолітні залізобетонні пілони П-1 та П-2 є ключовими вертикальними елементами жорсткості у конструктивній схемі будівлі з неповним каркасом. Вони сприймають значну частину вертикальних навантажень (від перекриттів, покриття, стін), а також частково працюють на сприйняття горизонтальних вітрових навантажень у складі просторової конструктивної системи будівлі. Їх наявність дозволяє ефективно перерозподіляти зусилля у середині об'ємно-просторової схеми, знижуючи навантаження на кладку та забезпечуючи стабільність конструкцій у випадку нерівномірного осідання або аварійної дії.

Пілони П-1 та П-2 мають прямокутний поперечний переріз розмірами 1000×250 мм. Матеріал конструкцій – монолітний залізобетон класу С20/25. Пілон П-1 розташований у підвальному поверсі будівлі, тоді як пілон П-2 – на рівні першого поверху.

Розрахунок пілонів П-1 і П-2 виконано з використанням розрахункової моделі в ПК ЛРА-САПР, отриманої шляхом імпорту з середовища САПФІР-3D. У моделі пілони представлені як стержневі елементи з відповідними жорсткісними характеристиками, граничними умовами та прив'язкою до плит перекриттів.

У ході статичного аналізу було визначено:

- поздовжні нормальні сили (N_x та N_y), що діють у центральній зоні перерізу (рис. 2.10);
- згинальні моменти (M_x , M_y), які виникають через ексцентриситет прикладених зусиль (рис. 2.11);
- поперечні сили (Q_x , Q_y), що впливають на вибір поперечного армування.

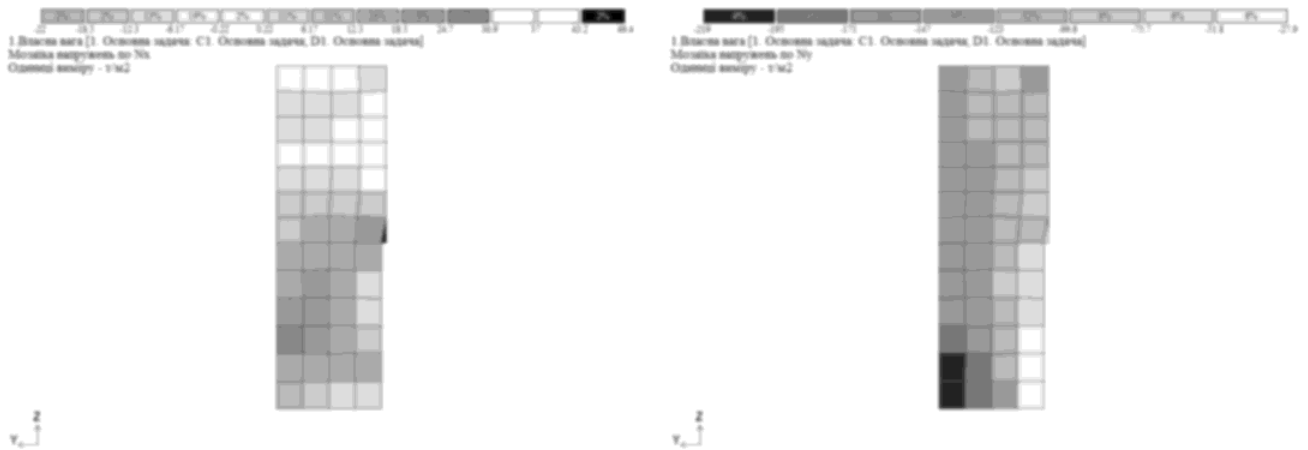


Рисунок 2.10 – Мозаїка напружень по N_x та N_y



Рисунок 2.11 – Мозаїка напружень по M_x та M_y

З урахуванням цих даних виконано перевірку елементів за граничними станами першої та другої групи (міцність, тріщиностійкість, жорсткість).

Армування елементів проектувалося відповідно до отриманих внутрішніх зусиль (рис. 2.12, 2.13).

Робоче армування передбачає застосування поздовжніх стержнів періодичного профілю діаметром $\varnothing 12$ мм з арматури класу А400С, які рівномірно розміщуються по периметру пілона. Кількість та розташування стержнів визначено

з урахуванням мінімального та максимального відсотка армування відповідно до вимог ДБН.

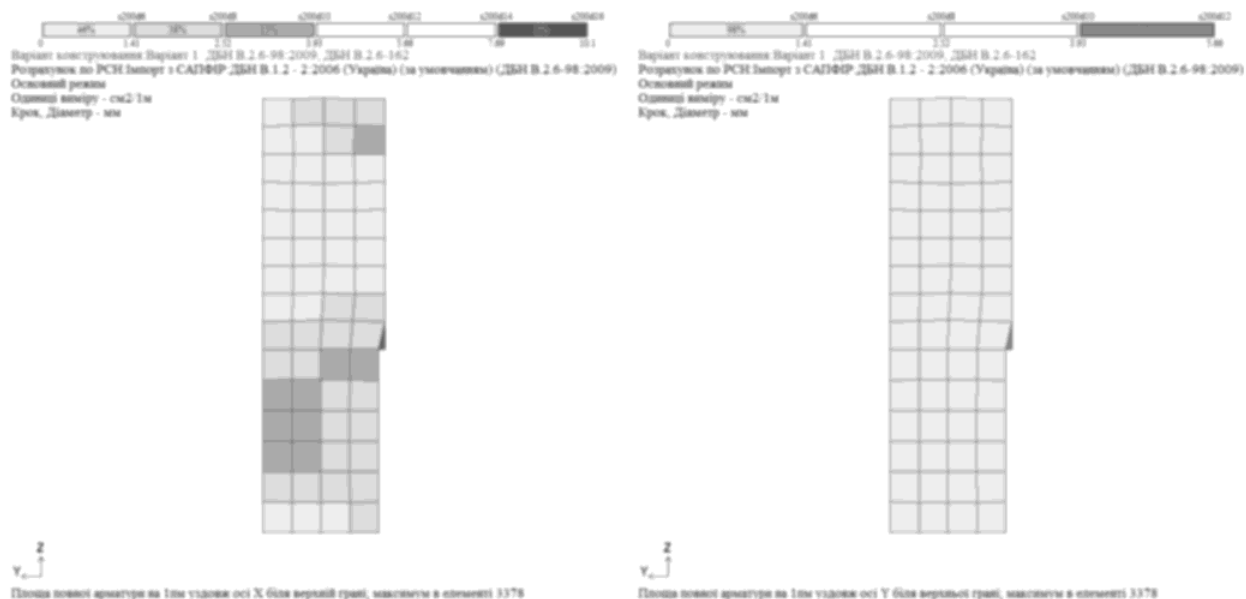


Рисунок 2.12 – Площа повної арматури на 1 м.п. уздовж осі Ox та Oy для верхньої зони армування

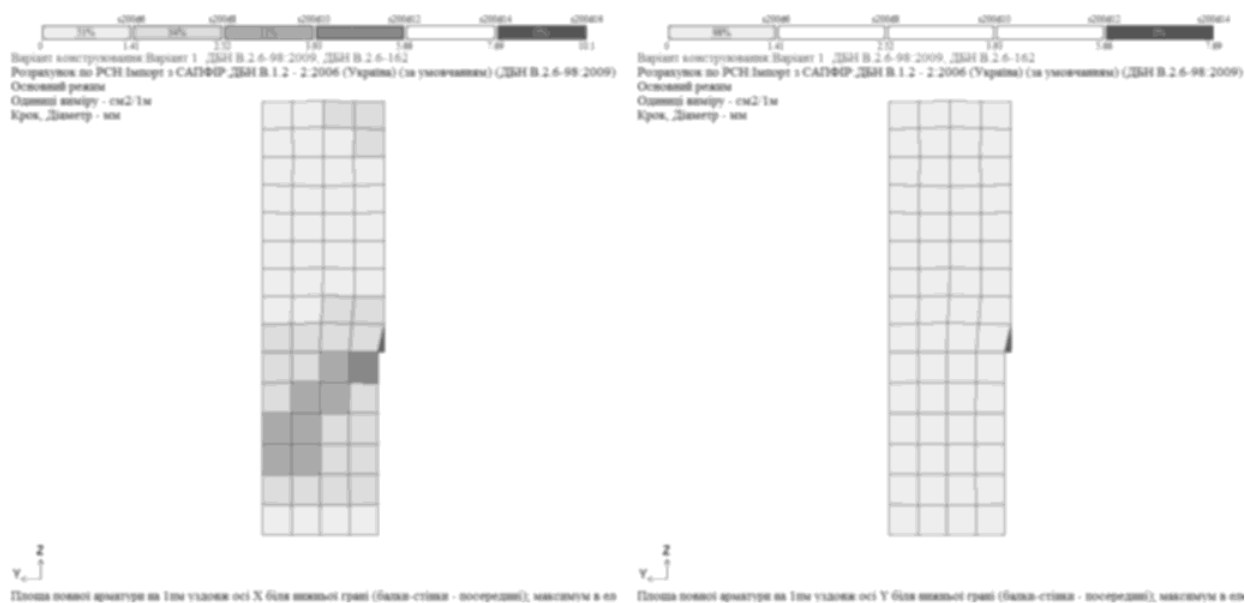


Рисунок 2.13 – Площа повної арматури на 1 м.п. уздовж осі Ox та Oy для нижньої зони армування

Конструктивна поперечна арматура представлена хомутами $\varnothing 8$ мм з арматури класу A240С з кроком 200 мм, а в зонах концентрації зусиль – зі зменшеним кроком (100–150 мм).

Пілони проектуються з урахуванням обов'язкової наявності анкерування стержнів, забезпечення захисного шару бетону, а також можливості ефективного стикування з перекриттями, плитою фундаменту.

Конструювання пілонів виконано у середовищі САПФІР-3D на основі розрахованого армування, імпортованого з ЛПРА-САПР Програма дозволяє автоматично згенерувати:

- тривимірну візуалізацію армування пілонів;
- специфікацію арматури;
- креслення в робочому форматі (з розмірами, кількістю, діаметрами, відмітками закладення).

Креслення армування та специфікації арматури пілонів П-1 та П-2 розміщені в графічній частині роботи.

3 ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

3.1 Визначення номенклатури та об'ємів робіт

Номенклатура та об'єми будівельно-монтажних робіт визначаються на основі об'ємно-планувального рішення будівлі, конструктивної схеми, а також технологічної послідовності зведення окремих елементів об'єкта [18]. Загальна структура комплексу робіт сформована відповідно до технологічного циклу будівництва та враховує прийнятну спеціалізацію підрядних організацій.

До складу основних будівельно-монтажних робіт, що передбачаються при зведенні п'ятиповерхового житлового будинку з підвалом і офісними приміщеннями на першому поверсі, входять наступні укрупнені комплекси:

- підготовчі роботи: зрізка рослинного шару ґрунту, планування території, розробка котловану екскаваторами, ручне доопрацювання дна траншей, тощо;
- земляні роботи: влаштування бетонної підготовки, розробка ґрунту, зворотна засипка та ущільнення;
- влаштування фундаментів: монтаж монолітної фундаментної плити, арматурні роботи, гідроізоляція стін підвалу;
- монтаж конструкцій надземної частини: зведення підвальних монолітних стін, перекриттів, пілонів, сходів, перемичок, ліфтових шахт;
- мурування: зовнішніх та внутрішніх стін, перегородок;
- покрівельні роботи: влаштування плоскої покрівлі з євроруберойду;
- внутрішні спеціальні роботи: електромонтажні, сантехнічні;
- оздоблювальні роботи: штукатурення, шпаклювання, фарбування, облицювання плиткою, утеплення перекриттів, декоративна обробка фасадів;
- улаштування підлог: цементно-піщані стяжки, покриття з керамічної плитки та ламінату;
- встановлення столярних виробів: металопластикові вікна, внутрішні та зовнішні двері;
- зовнішні роботи: благоустрій території.

Для кожного виду робіт у таблиці 3.1 було виконано підрахунок об'ємів, зазначено одиниці виміру, а також визначено орієнтовну трудомісткість. Наприклад, об'єм монолітної фундаментної плити становить 298 м³, цегляної кладки зовнішніх стін – 8,15 м³, площа фарбування – 4433 м².

Також вказано питомі показники на деякі роботи, що дозволяє виконати первинний техніко-економічний аналіз і надалі розрахувати необхідну чисельність робітників, потребу в будівельних машинах, обсяги ресурсів та тривалість виконання робіт у календарному плані.

Таблиця 3.1 – Відомість підрахунку об'ємів робіт

№	Види робіт	Ескізи, формули підрахунку	Одиниці виміру	Кількість
1	Підготовчий період	днів	-	-
2	Зрізка рослинного шару ґрунту бульдозерами, потужністю до 59 кВт, група ґрунтів 2	$V = l \cdot h \cdot b$	1000 м ³	0,241
3	Планування території бульдозерами потужністю до 59 кВт, група ґрунтів 2	$S = a \cdot b$	1000 м ²	0,385
4	Розробка ґрунту з навантаженням в автомобілі самоскиди екскаваторами однокерованими дизельними на гусеничному ході з ковшем місткістю 0,5м ³ , група ґрунтів 2	$V = l \cdot h \cdot b$	1000 м ³	1,464
5	Доробка вручну дна і стінок вручну в котлованах і траншеях, розроблених механізованим способом	$V = l \cdot h \cdot b$	100 м ³	0,61
6	Влаштування бетонної підготовки під фундаменти	$V = l \cdot h \cdot b$	100 м ³	0,41
7	Встановлення арматури окремими стрижнями		т	7,88
8	Влаштування монолітної фундаментної плити	$V = l \cdot h \cdot b$	100 м ³	2,98
9	Влаштування монолітних стін підвалу	$V = l \cdot h \cdot b$	100 м ³	3,85
10	Гідроізоляція стін підвалу вертикальна	$S = a \cdot b$	100 м ²	2,86
11	Гідроізоляція горизонтальна	$S = a \cdot b$	100 м ²	0,95
12	Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 59 кВт з переміщенням ґрунту до 5 м, група ґрунтів 2	$V = l \cdot h \cdot b$	1000 м ³	0,398
13	Ущільнення ґрунту	$V = l \cdot h \cdot b$	100 м ³	2,85
14	Монтаж перекриття	$S = a \cdot b$	100 м ²	18,75
15	Збирання і розбирання дерево-металевої модульної опалубки для влаштування перекриттів	$V = l \cdot h \cdot b$	100 м ³	1,85
16	Встановлення арматури окремими стрижнями		т	15,45

17	Укладання бетонної суміші	$V = l \cdot h \cdot b$	100 м ³	7,86
18	Мурування зовнішніх стін з цегли керамічної при висоті поверху до 4,0 м	$V = l \cdot h \cdot b$	м ³	8,15
19	Мурування внутрішніх стін, цегла керамічна при висоті поверху до 4 м	$V = l \cdot h \cdot b$	м ³	3,85
20	Мурування перегородок неармованих з цегли	$S = a \cdot b$	100 м ²	10,35
21	Монтаж сходових площадок		шт.	14
22	Монтаж сходових маршів		шт.	14
23	Монтаж блоків ліфтових шахт		шт.	12
24	Монтаж перемичок		100 шт.	4,85
25	Заповнення віконних прорізів готовими одинарними блоками з металопластику	$S = a \cdot b$	100 м ²	18,88
26	Встановлення дверних блоків у зовнішніх і внутрішніх прорізах	$S = a \cdot b$	100 м ²	12,18
27	Поліпшене штукатурення цементно-піщаним розчином стін	$S = a \cdot b$	100 м ²	58,98
28	Теплоізоляція покриттів і перекриттів плитами з екструзійного пінополістиролу	$S = a \cdot b$	100 м ²	19,11
29	Влаштування стяжок цементно-піщаних	$S = a \cdot b$	100 м ²	28,75
30	Шпаклювання стель	$S = a \cdot b$	100 м ²	18,14
31	Шпаклювання стін	$S = a \cdot b$	100 м ²	28,64
32	Фарбування водними розчинами всередині приміщень	$S = a \cdot b$	100 м ²	44,33
33	Гладке облицювання стін по цеглі і бетону плитками керамічними	$S = a \cdot b$	100 м ²	32,55
34	Влаштування покриття ламінатом	$S = a \cdot b$	100 м ²	8,11
35	Влаштування покриття на цементному розчині з плиток керамічних багатоколірних	$S = a \cdot b$	100 м ²	15,98
37	Улаштування покрівель із євроруберойду	$S = a \cdot b$	м ²	498
39	Влаштування штукатурно-декоративного фасадного покриття	$S = a \cdot b$	100 м ²	14,44
40	Благоустрій		8%	-
41	Санітарно-технічні роботи		5%	-
42	Електротехнічні роботи		3%	-
43	Невраховані роботи		14%	-

3.2 Вибір методів виконання робіт

Вибір методів виконання будівельно-монтажних робіт є одним із ключових етапів технологічного проектування та безпосередньо впливає на якість, швидкість і безпеку зведення будівлі. При розробці випускної кваліфікаційної роботи враховано техніко-економічні показники об'єкта, обсяги робіт, доступність ресурсів, терміни будівництва, а також конструктивні особливості будівлі.

Основним принципом вибору способів виконання робіт є орієнтація на прогресивні технології, які забезпечують механізацію основних процесів,

скорочення ручної праці та підвищення продуктивності. З урахуванням складових частин об'єкта доцільно передбачити поєднання потокового і зонного методів виконання робіт.

Будівля розділяється на захватки, яруси та ділянки, що дозволяє ефективно організувати поточність процесу будівництва, зменшити прості механізмів та оптимізувати склад робітників. Перевага надається захватно-потоковому методу, який дозволяє рівномірно розподілити навантаження на ресурси протягом усього календарного періоду.

Основні підходи до виконання робіт

Земляні роботи виконуються екскаваторами з наступним ручним доопрацюванням дна котлованів. Зворотна засипка виконується механізовано з ущільненням за допомогою віброплит.

Влаштування монолітних фундаментів, пілонів, стін і перекриттів проводиться з використанням дрібнощитної опалубки, бетонних сумішей заводського виготовлення та глибинних вібраторів. Арматурні роботи виконуються із застосуванням арматурних стержнів та каркасів, збиранням і монтажем їх на місці.

Кладка стін і перегородок здійснюється бригадним методом із застосуванням настінного інструменту, пересувних риштувань та готових розчинних сумішей.

Монтаж збірних конструкцій (сходів, перемичок, плит перекриття ліфтових шахт) виконується з використанням баштового крана відповідної вантажопідйомності.

Покрівельні роботи здійснюються вручну з використанням газових пальників та матеріалів типу євроруберойду на бітумній основі.

Опоряджувальні роботи реалізуються переважно ручним способом, з локальною механізацією операцій (шліфування, затирка тощо).

Інженерні мережі (водопровід, каналізація, електропостачання) прокладаються в штробах і під перекриттями з використанням полімерних труб, кабелів у гофрованій оболонці.

Для організації монтажу конструктивних елементів надземної частини будівлі застосовується баштовий кран із радіусом дії, достатнім для охоплення всієї площі забудови.

Вибрані методи виконання робіт забезпечують оптимальне поєднання трудових, матеріальних та часових ресурсів, відповідають вимогам ДСТУ та сучасним нормам організації будівельного виробництва.

3.3 Підбір монтажного крана

Вибір монтажного крана для будівництва житлового будинку висотою 5 поверхів (19,35 м) виконується на основі технічних характеристик будівлі, габаритів конструктивних елементів і умов будівельного майданчика (рис. 3.1).

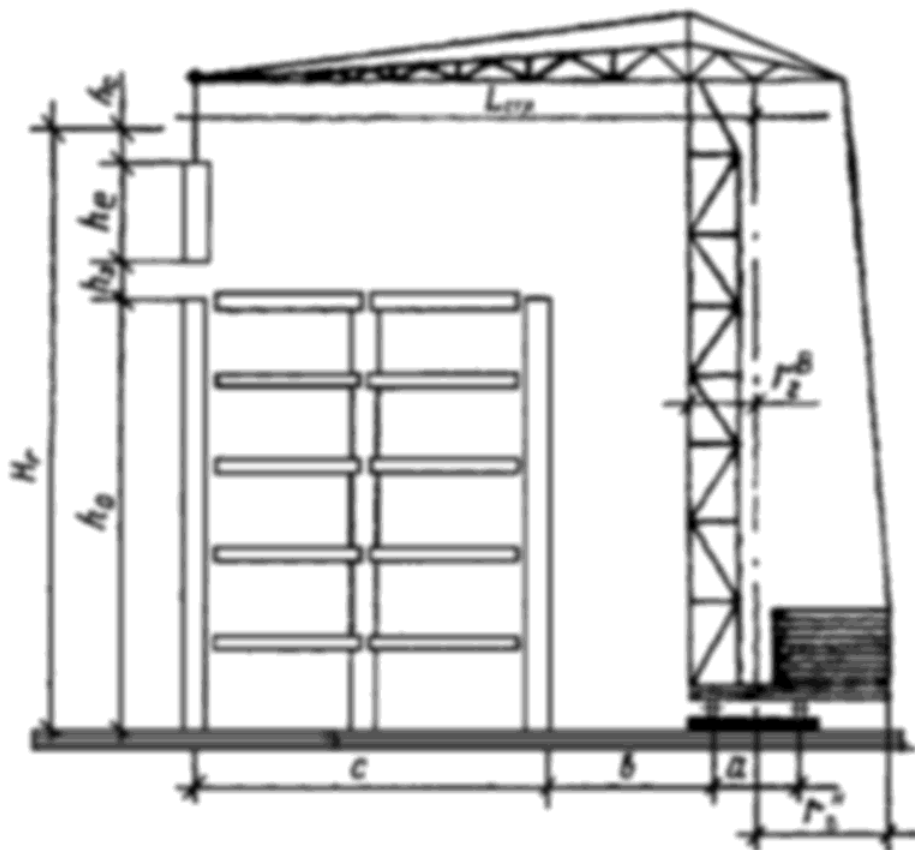


Рисунок 3.1 – Схема визначення основних параметрів баштового крана
Основні параметри, що визначають вибір крана:

1. Вантажопідйомність крана.

Найбільша маса елемента, що монтується (перекриття або марші сходів) –

$$G_m = 3,0 \text{ т.}$$

Монтаж виконується з використанням захватних пристроїв, що становлять 8–12% від маси елемента.

Прийmemo коефіцієнт монтажного оснащення $K_c = 1,10$.

Розрахункова вантажопідйомність:

$$G = G_m \cdot K_c = 3,0 \cdot 1,10 = 3,3 \text{ т.}$$

2. Радіус обслуговування (виліт стріли).

Ширина будівлі – 16,5 м, половина – 8,25 м, плюс відступ від осі крану – прийнято 3 м.

Розрахунковий виліт:

$$L = 8,25 + 3 = 11,25 \text{ м.}$$

Приймаємо $L = 12,0$ м

3. Висота підйому гака.

Висота будівлі – 19,35 м. Додаємо запас на підйом елемента над рівнем перекриття – 4 м.

Розрахункова висота:

$$H = 19,35 + 4 = 23,35 \text{ м.}$$

Таблиця 3.2 – Порівняння варіантів кранів

Параметр	КБ-403	БК-151	КБ-408.21
Вантажопідйомність, т	5,0	5,0	8,0
Виліт стріли, м	30	28	30
Вантаж на вильоті 12 м, т	3,4	3,0	4,0
Висота підйому, м	до 41	до 32	до 50
Потужність електроприводу	61,5 кВт	65 кВт	95 кВт
Тип приводу	Електричний	Електричний	Електричний
Розмір монтажного майданчика	10×10 м	12×10 м	12×12 м
Вартість машино-години, грн	1200	1350	1700

Висновок. Для умов об'єкта найбільш доцільним є застосування баштового крана КБ-403, який забезпечує:

- підйом елементів вагою до 3,4 т на потрібному вильоті 12 м;
- достатню висоту підйому з запасом;
- зручні габарити для роботи на ущільненому майданчику;
- найнижчу вартість експлуатації серед порівнюваних аналогів.

Використання крана КБ-403 дозволяє ефективно виконати монтажні роботи з поділом об'єкта на захватки, з дотриманням графіка та без перевантаження обладнання.

3.4 Складання календарного плану виконання робіт

Календарне планування є важливим етапом організації будівництва, оскільки дозволяє ефективно розподілити трудові ресурси, визначити технологічну послідовність виконання робіт та встановити реальні терміни зведення об'єкта. Для проектованої житлової 5-ти поверхової будівлі календарний план складено з урахуванням прийнятої номенклатури робіт, технологічних методів їх виконання, трудомісткості, машиномісткості, та особливостей влаштування конструктивної схеми будівлі.

Послідовність розробки календарного плану включає:

- аналіз робочих креслень і відомостей обсягів робіт;
- встановлення обґрунтованих методів виконання кожного виду робіт;
- підбір необхідних машин та механізмів;
- визначення трудових та машинозатрат;
- розрахунок змінності та чисельності виконавців будівельно-монтажних робіт;
- формування графіка виконання робіт у логічній та технологічній послідовності.

Виходячи з розробленого календарного плану, тривалість виконання будівництва житлового будинку становить 246 календарних днів, що дещо менше за нормативний термін 250 днів. Це свідчить про можливість ефективно організації будівельного процесу, за умови раціонального використання ресурсів на об'єкті.

Навантаження працівників упродовж усього циклу зведення будівлі є відносно рівномірним. Максимальна кількість працівників на будівельному майданчику становить 41 особу, середня – 24 особи, що забезпечує допустимий коефіцієнт нерівномірності:

$$K_n = N_{max} / N_{сер} \approx 1,71.$$

Це значення не перевищує нормативно допустимий рівень (до 1,8), що свідчить про задовільне планування навантаження робочої сили. Врахування цього коефіцієнта дозволяє уникати пікових навантажень і простоїв, сприяючи ритмічному веденню робіт.

Номенклатура робіт у календарному плані згрупована відповідно до логіки зведення об'єкта, а саме:

- підготовчі роботи;
- земляні та фундаментні роботи;
- зведення несучого каркасу;
- монтаж плит перекриття;
- покрівельні, внутрішні спеціальні та опоряджувальні роботи;
- здача об'єкта в експлуатацію.

Для кожної категорії робіт вказано тривалість у днях, кількість працівників, обсяги робіт та трудомісткість. Спеціальні роботи (електромонтажні, сантехнічні) оцінено у відсотковому співвідношенні до загальної трудомісткості відповідно до прийнятих нормативів: 5% – сантехнічні, 3% – електромонтажні, 10% – опоряджувальні.

Під час складання графіка було враховано необхідність технологічної перерви між окремими етапами (наприклад, витримка бетону, підготовка фронту робіт), а також розміщення робіт у просторі – будівлю поділено на захватки та яруси, відповідно до принципів зонального виконання робіт.

Результатом складання календарного плану є узгоджений документ, що дозволяє контролювати темпи будівництва, планувати ресурси, а також слугує основою для складання графіка руху робітників.

3.4.1 Техніко-економічні показники календарного плану

Тривалість будівництва 5-ти поверхового житлового будинка у місті Біла Церква:

$$T \leq T_{\text{норм}}, \quad T = 246 \text{ дн.} < T_{\text{норм}} = 252 \text{ дн.},$$

де T – тривалість робіт за календарним графіком, днів;

$T_{\text{норм}}$ – нормативна тривалість [19] будівництва, днів.

Показник суміщення будівельних робіт у часі визначаємо за формулою:

$$K_{\text{сум}} = \frac{\sum t_{m-n}}{T_{\text{кр}}} = \frac{425,7}{246} = 1,73;$$

де $\sum t_{m-n}$ – сумарна тривалість виконання будівельних робіт, якщо послідовно виконувати усі процеси;

$T_{\text{кр}}$ – критичний термін виконання робіт.

Показник нерівномірності руху працівників на будівельному майданчику:

$$K_{\text{нер}} = \frac{N_{\text{max}}}{N_{\text{cp}}} = \frac{41}{24} = 1,7.$$

3.5 Проектування будгенплану об'єкта

Проектування будівельного генерального плану є важливим етапом організації будівельного виробництва, що забезпечує раціональне розміщення тимчасових будівель, споруд, складів, проїздів і комунікацій на будівельному майданчику. Будгенплан розробляється з урахуванням обсягів і методів виконання робіт, календарного плану будівництва, вимог техніки безпеки, пожежної безпеки та охорони праці.

3.5.1 Визначення потреби в інвентарних будинках

Для забезпечення безперервного, раціонального та безпечного виконання будівельно-монтажних робіт на будівельному майданчику необхідно передбачити розміщення комплексу тимчасових інвентарних споруд. До їх складу входять службові, побутові, санітарні та охоронні приміщення, що використовуються

обслуговуючим і виробничим персоналом протягом усього періоду виконання робіт.

Потребу в тимчасових будівлях визначають на основі максимальної чисельності працівників, яка згідно з календарним планом складає 41 особу. Кількісний розподіл працівників здійснюється згідно з нормативними співвідношеннями для житлово-господарського типу будівництва: 84% – робітники, 8,02% – ІТР, 5% – службовці, 2% – МОП та охорона. На основі цього співвідношення обчислено склад працівників, для яких передбачено відповідні приміщення.

Для визначення необхідної площі будівель використано нормативні показники площі на одну особу згідно з будівельними нормами. Зокрема:

- гардеробні – 0,6 м²/особу;
- приміщення для прийому їжі – 0,25 м²/особу;
- обігрівальні приміщення – 0,5 м²/особу;
- душова з переддушовою – 0,82 м²/особу;
- туалети – 0,14 м²/особу.

Результати розрахунку представлені у табличній формі – таблиця 3.3.

Таблиця 3.3 – Розрахунок потреби в тимчасових будівлях і спорудах

№	Перелік інвентарних будівель та споруд	Один. виміру	Нормативний показник	Розрахунок ва кількість прац-ків	Площа, м ²
1	Контора	м ²	4,00	4	16,00
2	Гардеробні	м ²	0,60	59	35,40
3	Приміщення для прийому їжі	м ²	0,25	59	14,75
4	Приміщення для обігріву робітників	м ²	0,50	59	29,50
5	Душова з переддушовою	м ²	0,82	59	48,38
6	Медичний пункт	м ²	0,05	59	2,95
7	Прохідна	м ²	3,00	2	6,00
8	Туалет	м ²	0,14	59	8,26

Усі споруди мають бути розміщені на території будмайданчика згідно з принципами логістики будівельного генплану: поблизу основних зон робіт, з урахуванням інсоляції, електро- та водопостачання, а також безпечних проходів. Частина будівель передбачена у вигляді контейнерних модулів, що швидко монтуються та відповідають санітарним нормам. Інші споруди – пересувні або збірно-розбірні конструкції, які дозволяють заощадити час і ресурси при облаштуванні майданчика.

Перелік споруд з урахуванням прийнятої площі, типових габаритів та кількості модулів кожного виду, а також експлікацію приміщень наведено у графічній частині проекту.

3.5.2 Розрахунок площі складських приміщень і майданчиків

Організація ефективної логістики на будівельному майданчику передбачає ретельне планування складської інфраструктури. Усі будівельні матеріали, вироби та конструкції розміщуються на тимчасових складських об'єктах, що враховують їх фізико-хімічні властивості, вимоги до зберігання та частоту використання.

У рамках проекту передбачено:

- відкриті складські майданчики – для зберігання цегли, бетону, розчинів, арматури та інших матеріалів, які не чутливі до атмосферних впливів;
- закриті склади – для лакофарбових виробів, монтажних матеріалів, утеплювачів, сумішей та товарів, що вимагають стабільного мікроклімату;
- навісні конструкції – для захисту деревини, плитних матеріалів, віконних і дверних блоків від прямих опадів і ультрафіолету.

Площі складських об'єктів розраховані згідно з нормативами з урахуванням:

- добової витрати кожного виду матеріалів;
- тривалості їх зберігання;
- коефіцієнтів нерівномірності постачання та використання;
- нормативних показників щільності зберігання;
- коефіцієнтів використання площ склади.

Загальна площа складів:

- відкриті склади – 471 м²;
- закриті склади – 82 м².

Для кожної позиції визначено характер складу, запас необхідного матеріалу та габаритні розміри приміщень чи майданчиків. Всі розрахунки виконані на основі потреб об'єкта згідно з відомістю матеріалів і наведені у табл. 3.4.

Такий підхід дозволяє:

- зменшити втрати матеріалів при зберіганні;
- оптимізувати логістику подачі ресурсів до зон виконання робіт;
- уникнути хаотичного складування;
- дотриматись вимог техніки безпеки та пожежної безпеки.

Складська інфраструктура на об'єкті відповідає обсягам виконуваних робіт і забезпечує безперервний хід будівництва без перевитрат простору чи матеріальних ресурсів.

Таблиця 3.4 – Розрахунок площі складських приміщень на будмайданчику

№	Конструкції, вироби, матеріали	Одиниця виміру	Загальна потреба Q _{заг} .	Тривалість укладання матеріалу в конструкції, Т, дні	Найбільша добова витрата, Q _{заг} /Т	Число днів запасу, п	Коефіцієнт нерівномірності	Коефіцієнт нерівномірності постачання	Запас на складі, Q _{зап}	Норма зберігання на 1 м ² , q	Корисна площа складу, м ² , F	Коефіцієнт використання площі складу, η	Повна площа складу, S м ²	Розміри складу (метри)	Характеристика складу
1	Стрижнева арматура А400С, діаметр 12 мм	т	13.225	17.4	0.3	2.0	1.3	1.1	0.85	0.85	1.0	0.7	1.5	1x2	Відкр
2	Столярні вироби - віконні блоки	м2	138.852	26.4	98.8	2.0	1.3	1.1	282.55	20.4	14.1	0.5	28.2	4x7	Закр
3	Цегла	тис. шт.	486.285	69.2	57.9	2.0	1.3	1.0	20.54	0.55	41.0	0.6	68.3	8x8	Відкр
4	Столярні вироби - дверні блоки	м2	197.578	23.2	91.4	2.0	1.3	1.0	237.74	20.4	11.9	0.5	23.8	4x6	Закр
5	Ламінат та керам. плитка	м2	677.069	27.4	37.3	2.0	1.3	1.1	106.74	16.6	6.7	0.4	16.7	4x4	Закр
6	Плити мінераловатні	м3	175.585	33.4	7.1	2.0	1.3	1.1	20.44	1.5	17.0	0.4	42.5	6x7	Закр
7	Розчинова суміш Ceresit	кг	865.074	33.4	799.1	3.0	1.3	1.1	348.34	200.5	17.1	0.4	42.9	6x7	Закр
8	Бітуми покрівельні	т	14.585	19.3	0.4	2.0	1.3	1.1	1.14	0.52	12.4	0.5	24.7	4x6	Закри
9	Дюбелі фасадні	шт.	1234.2	33.4	538.1	2.0	1.3	1.1	158.97	500.5	3.1	0.4	7.7	2x4	Закр
10	OSB плита	м2	472.0	19.5	52.3	2.0	1.3	1.1	149.57	50.4	3.0	0.4	7.5	2x4	Закр
11	Грунтовка глибокого проникнення	л	1767.8	33.5	78.0	2.0	1.3	1.1	223.17	100.4	2.2	0.5	4.5	2x3	Закр
12	Акрилова фарба Ceresit	л	778.6	33.4	33.4	2.0	1.3	1.1	95.68	20.3	4.8	0.5	9.6	2x5	Закр

13	Клеюча суміш для керамічної плитки Ceresit	кг	2865.5	35.5	121.6	2.0	1.3	1.1	382.88	200.3	15.9	0.4	39.8	6x7	Закр
14	Суміші бетонні готові важкі	м3	1073.0	20.4	95.6	2.0	1.3	1.1	273.32	1.4	227.7	0.7	325.3	2x4	Відкр
15	Плити теплоізоляційні з пінопласту	м3	1974.4	19.5	216.5	2.0	1.3	1.1	589.22	50.4	11.8	0.5	23.6	4x6	Закр
16	Штукатурка декоративна Ceresit	кг	4277.5	33.6	189.6	2.0	1.3	1.1	514.32	201	2.6	0.5	5.1	2x3	Закр
17	Розчин готовий кладковий важкий цементно-вапняковий, марка М50	м3	974.0	69.4	16.6	2.0	1.3	1.1	45.72	1.4	38.1	0.7	54.4	2x4	Відкр

3.5.3 Техніко-економічні показники будівельного генплану

Техніко-економічні показники будівельного генерального плану (таблиця 3.5) характеризують ефективність організації території будівельного майданчика та обґрунтовують доцільність прийнятих рішень щодо розміщення основних і допоміжних елементів тимчасової інфраструктури. У процесі розробки генплану були визначені ключові параметри, зокрема: загальна площа будівельного майданчика, площа забудови, площа складів, проїздів і майданчиків, коефіцієнт використання території тощо.

Отримані значення свідчать про достатній рівень ефективності використання території будмайданчика, раціональне розміщення матеріально-технічних ресурсів, мінімізацію шляхів транспортування, а також відповідність нормам охорони праці й протипожежної безпеки. Оптимізація цих показників дозволяє зменшити витрати на утримання тимчасової інфраструктури, скоротити час виконання будівельно-монтажних робіт і забезпечити належний рівень виробничої логістики.

Таблиця 3.5 – ТЕП будівельного генерального плану

1.	Площа будівельного майданчика, F_m	m^2	7879,3
2.	Площа, зайнята постійними спорудами, $F_{пспор}$	m^2	417,8
3.	Площа, зайнята тимчасовими спорудами, $F_{тс}$	m^2	887
4.	Склади, F_m : відкриті закриті	m^2	471 83
5.	Довжина автошляхів: постійних тимчасових	м.пог.	- 219,5
6.	Довжина електромережі: постійної тимчасової	м.пог.	- 196,1
7.	Довжина огороження майданчика	м.пог.	378
8.	Довжина водопроводу: постійного тимчасового	м.пог.	57,5 122,3
9.	Коефіцієнт використання території	%	21,2

3.5.4 Заходи з охорони праці та пожежної безпеки

Усі заходи з охорони праці розроблені відповідно до чинного законодавства України, включно з [20, 21].

Охорона праці та пожежна безпека є невід'ємною складовою організації будівництва і розглядаються як один із ключових чинників безпечної діяльності на будівельному майданчику.

Усі заходи, передбачені на об'єкті, мають забезпечити збереження життя та здоров'я працівників, запобігти виникненню аварійних ситуацій та пожеж. З огляду на виконання висотних, вантажопідіймальних, електрозварювальних та монтажних робіт, передбачено низку технічних, організаційних і профілактичних заходів.

Територія майданчика облаштовується огороженням небезпечних зон – котлованів, місць переміщення вантажів, зони дії стріли крана. Всі працівники забезпечуються засобами індивідуального захисту відповідно до характеру робіт: захисними касками, поясами безпеки, спецодягом, окулярами, рукавицями, спецвзуттям.

Перед початком робіт проводиться вступний та періодичний інструктаж з охорони праці, фіксація в журналах, а також допуск до виконання робіт за відповідними нарядами.

Забороняється перебування сторонніх осіб на території майданчика без супроводу відповідальної особи.

Електропостачання здійснюється через тимчасові електромережі із захисним заземленням, використанням УЗО та ізоляційних вимикачів.

Для запобігання пожежам на території об'єкта передбачено встановлення пожежних щитів, вогнегасників, резервуарів з водою, обладнаних місць для зберігання легкозаймистих речовин.

Розроблено схеми евакуації та порядок дій у разі пожежі, призначено відповідального за пожежну безпеку.

Обладнуються пункти першої допомоги та евакуаційні виходи.

4 ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА

4.1 Пояснювальна записка до економічної частини проекту

Економічна частина проекту відіграє важливу роль у комплексному обґрунтуванні доцільності реалізації об'єкта. У цьому розділі виконано обчислення кошторисної вартості загальнобудівельних робіт на основі попередньо розробленої будівельної документації, визначено техніко-економічні показники, а також оцінено ефективність проекту.

Розрахунки базуються на об'ємах робіт, що були встановлені у технологічному розділі. Вартісна оцінка здійснюється згідно з нормативною базою – ресурсними елементними кошторисними нормами (РЕКН), поточними цінами на матеріали, механізми та робочу силу, а також інструкціями з визначення накладних витрат і кошторисного прибутку. Обчислення проводили із застосуванням програмного комплексу АВК-5, що забезпечує автоматизацію процесу складання локальних кошторисів.

Локальний кошторис охоплює повний перелік видів загальнобудівельних робіт – від земляних і влаштування фундаменту до опоряджувальних. Обсяг кожного виду робіт обраховано на підставі відомості підрахунку об'ємів та трудомісткості. В межах кошторису враховано вартість матеріалів, транспортні витрати, використання будівельної техніки, а також заробітну плату будівельників, виходячи зі встановленого середнього розряду робіт.

Окремо сформовано специфікацію ресурсів, що включає найменування будівельних матеріалів, їх кількість, одиничну вартість, загальну потребу та джерело постачання. Враховано також витрати на електроенергію, воду, забезпечення побутових умов працівників, вартість тимчасових споруд та заходів безпеки.

Підсумковий кошторис дає змогу оцінити загальну вартість будівництва об'єкта, передбачити джерела фінансування, визначити структуру витрат та скласти прогноз окупності. Крім того, на основі розрахунків визначено ключові

техніко-економічні показники: вартість 1 м² загальної площі, питома вартість 1 м³ будівельного об'єму, питома трудомісткість зведення будівлі.

Загальна вартість проектного житлового будинку визначена на основі зведених кошторисних розрахунків та враховує специфіку багатоповерхової забудови, а також особливості організації будівельного виробництва. Проведений аналіз дозволяє зробити висновок про економічну доцільність проекту, ефективність прийнятих рішень та обґрунтованість обраної методології оцінки вартості будівництва.

На основі структури робіт і переліку, було складено локальний кошторис на загальнобудівельні роботи для житлової будівлі з неповним каркасом у м. Біла Церква Київської обл.

Загальна кошторисна вартість робіт склала 17250,360 тис. грн.

Кошторисна трудомісткість становила 54,74584 тис. люд.-год.

Кошторисна заробітна плата у сумі 1705,205 тис. грн.

4.2 Локальний кошторис на загальнобудівельні роботи

Розроблений локальний кошторис на загальнобудівельні роботи наведено у додатку.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Забезпечення охорони праці є обов'язковою складовою будь-якого будівельного проекту, що передбачає зведення житлових чи громадських споруд [20 – 22]. Реалізація положень охорони праці дозволяє не лише знизити рівень виробничого травматизму, а й забезпечити безпечні та комфортні умови праці для всіх учасників будівельного процесу. У контексті розробки проекту багатоповерхового житлового будинку, доцільно розглядати охорону праці як комплекс заходів, спрямованих на запобігання впливу небезпечних та шкідливих виробничих чинників на організм людини.

Під час виконання будівельно-монтажних робіт працівники піддаються дії різних небезпечних факторів: падіння з висоти, ураження електричним струмом, дія шуму, пилу, вібрацій, механічних навантажень тощо. Тому особливу увагу в проекті приділено аналізу потенційних загроз та розробці інженерних рішень із забезпечення безпеки при виконанні робіт на всіх етапах зведення будівлі.

5.1 Аналіз небезпек на будівельному майданчику

У процесі будівництва найбільш імовірними є наступні ризики:

- падіння робітників з висоти під час монтажу перекриттів і каркасу;
- травмування внаслідок переміщення важких елементів і конструкцій монтажними кранами;
- поява пилу, шуму та вібрацій під час земляних, бетонних і опоряджувальних робіт;
- ураження струмом при використанні електроінструменту;
- порушення санітарно-побутових умов праці на майданчику.

Для мінімізації наведених ризиків у проекті передбачено систему організаційно-технічних заходів, відповідно до чинних нормативних актів: ДБН, Наказу Мінсоцполітики № 1104 та інших.

5.2 Нормативні вимоги до безпеки та гігієни праці

Територія будівельного майданчика повинна бути впорядкованою, мати обмеження доступу для сторонніх осіб, освітлення та відповідні попереджувальні знаки. Робочі місця організуються з урахуванням вимог ергономіки та безпеки пересування. Працівники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту (каски, пояси, респіратори, спецодяг).

Освітленість робочої зони має бути не нижче 50 лк, а рівень шуму не повинен перевищувати допустимі межі. У приміщеннях побутового призначення (роздягальні, душові, їдальні) створюються умови для відпочинку та особистої гігієни працівників. Забезпечення питною водою та періодичний медичний огляд персоналу є обов'язковими.

5.3 Технічні рішення для забезпечення безпеки

Монтаж конструкцій виконується з використанням сучасної підйомної техніки, що відповідає вантажним характеристикам. Передбачено розбиття будівлі на монтажні зони, що зменшує ризики перехрещення потоків працівників і техніки. Під час виконання висотних робіт обов'язковим є застосування страхувальних систем.

Для зниження пилового навантаження застосовуються зволожувачі, а бетонозмішувальні вузли розташовуються на віддаленні від зон постійного перебування людей. Електропостачання виконується по тимчасових мережах, які виведено за межі робочих проходів. Кабелі розташовуються у захисних коробах.

5.4 Пожежна безпека на будівельному майданчику

Пожежна профілактика включає організацію постійно доступних засобів гасіння пожеж (вогнегасники, пісок, вода), інструктаж персоналу з правил поведінки при пожежі та системи сповіщення. Тимчасова електромережа має бути захищена автоматичними вимикачами, щити розташовані в металевих шафах.

Будівельний майданчик забезпечується резервуаром з водою або підключенням до зовнішнього водогону з пожежними гідрантами. Склади горючих матеріалів обладнані блискавкозахистом та мають обмежений доступ.

5.5 Заходи з охорони довкілля

У проєкті передбачено комплекс рішень з мінімізації шкідливого впливу на навколишнє середовище. Виконання робіт супроводжується утилізацією відходів згідно з вимогами ДСТУ. Транспортування сипких матеріалів здійснюється в закритих ємностях, а будівельний майданчик зрошуються водою для запобігання утворення пилу.

Земляні роботи виконуються без перевищення допустимих рівнів шуму. Встановлюється огорожа зеленої зони для захисту дерев і газонів від механічного пошкодження. Крім того, тимчасові санвузли обладнані системами збору стоків, які вивозяться спеціалізованими службами.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання випускної кваліфікаційної роботи розроблено проект багатоповерхового житлового будинку з урахуванням вимог сучасного будівництва, енергоефективності, безпеки та економічної доцільності. Проведене проектування охопило повний цикл рішень – від архітектурно-планувальної концепції до розрахунків несучих конструкцій, організації будівництва, техніко-економічної оцінки та заходів з охорони праці.

У архітектурно-будівельній частині виконано обґрунтоване об'ємно-планувальне рішення, що враховує функціональні та ергономічні вимоги до житла. Запропоновано конструктивну систему з неповним каркасом, яка забезпечує ефективне передавання навантажень і гнучкість у плануванні приміщень. Передбачено влаштування всіх основних інженерних систем: водопостачання, каналізації, опалення, вентиляції, електропостачання. Проведено аналіз будівельної фізики із урахуванням теплоізоляційних характеристик огорожувальних конструкцій. Розраховано техніко-економічні показники, які підтверджують ефективність прийнятих рішень.

У розрахунково-конструктивній частині виконано моделювання будівлі в програмному комплексі САПФІР-3D, що дозволило здійснити повноцінний ВІМ-аналіз. На основі інформаційної моделі проведено статичний та конструктивний розрахунок у ЛПРА-САПР. Визначено напружено-деформований стан фундаментної плити та вертикальних елементів жорсткості – монолітних пілонів. Встановлено необхідне армування, що забезпечує нормативну несучу здатність конструкцій.

У технологічному розділі виконано визначення об'ємів будівельно-монтажних робіт, обґрунтовано методи їх виконання з урахуванням особливостей об'єкта. Проведено підбір баштового монтажного крану з техніко-економічним обґрунтуванням. Розроблено календарний графік зведення будівлі, згідно з яким тривалість будівництва становить 246 робочих днів. Запроектовано будівельний генеральний план, який забезпечує раціональне розміщення тимчасових споруд,

складів та проїздів, з урахуванням вимог безпеки, санітарії та протипожежного захисту.

У економічній частині на підставі підрахованих об'ємів робіт та використання ресурсно-кошторисних норм виконано розрахунок локального кошторису. Визначено загальну вартість загальнобудівельних робіт, яка є економічно обґрунтованою для даного типу житлової забудови. Проведено аналіз ефективності інженерно-технічних рішень.

У розділі з охорони праці проаналізовано потенційні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що виникають під час будівництва. Запропоновано інженерні та організаційні заходи щодо їх усунення або зниження до допустимих меж. Висвітлено заходи протипожежного захисту, санітарно-гігієнічного забезпечення та охорони навколишнього середовища.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Випускна кваліфікаційна робота бакалавра [текст]: методичні вказівки до виконання випускної кваліфікаційної роботи для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньо-професійної програми «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 Архітектура та будівництво спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія (спеціалізація «Промислове та цивільне будівництво») денної та заочної форм навчання / уклад. О.А.Ужегова, С.В.Ротко. – Луцьк: Луцький НТУ, 2021. – 100 с.
2. ДСТУ-НБ В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. – 96 с.
3. ДБН В.2.2-15-2019. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. Київ, Держ. комітет України з будівництва та архітектури, 2019.
4. Гетун Г.В. Архітектура будівель і споруд. Книга 1. Основи проектування: Підручник для вищих навчальних закладів. – Видання друге, перероблене і доповнене / Гетун Г.В. – К.: КОНДОР, 2012, – 380 с.
5. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. – Київ: Мінрегіон України, 2018. – 48 с.
6. Гетун Г.В., Криштоп Б.Г. Багатоповерхові каркасно-монолітні житлові будинки/ Гетун Г.В., Криштоп Б.Г. – К.: КОНДОР, 2005. – 220 с.
7. Гетун Г., Плоский В. , Куліков П. Конструкції будівель і споруд. Книга 1. Видавництво: Ліра-К, 2021. – 880 с.
8. Кравченко В. Водопостачання та каналізація. Кондор, 2011. – 288 с.
9. Гуденко Валентина, Гуденко Валерій. Санітарно-технічне обладнання будівель. Видавництво: Аграрна Освіта, 2010. – 303 с.
10. Возняк О. Теплогазопостачання та вентиляція. Львівська політехніка, 2019. – 276 с.
11. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – Чинний від 2022-01-01. – Київ: Мінрегіон України, 2021. – 108 с.

12. Жидкова Т.В. Будівельна фізика : підручник / Т.В. Жидкова, Т.М. Апатенко; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 405 с.
13. Основи комп'ютерного моделювання: навчальний посібник / М.С. Барабаш, П.М. Кір'язев, О.І. Лапенко, М.А. Ромашкіна. 2-е вид. – К.: НАУ, 2019. – 492 с.
14. САПР у будівництві : метод. вказівки до лабораторних занять для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньо-професійної програми «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 Архітектура та будівництво спец. 192 Будівництво та цивільна інженерія денної та заоч. форм навч. / уклад. С. В. Ротко. Луцьк : ЛНТУ, 2023. 256 с.
15. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. – Київ: Мінбуд України, 2006. – 75 с.
16. Крусь Ю.О. Основи та фундаменти : Курсове і дипломне проектування : Навч. посібник / За ред. д-ра техн. наук, професора Є.М. Бабича. – Рівне : НУВГП, 2011. – 214 с.
17. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. – Київ: Мінрегіон України, 2018. – 36 с.
18. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. – Київ: Мінрегіон України, 2016. – 64 с.
19. ДСТУ Б А.3.1-22:2013. Визначення тривалості будівництва об'єктів. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 30 с.
20. ДБН А.3.2-2:2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 68 с.
21. ДБН В.1.2-7:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. – Київ: Мінрегіон України, 2021. – 48 с.
22. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – Київ: Мінрегіон України, 2016. – 80 с.

