

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»  
ЖИТЛОВИЙ БУДИНОК НА 36 КВАРТИР  
у м. ЖИТОМИР**

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  
**РИЖКОВ Микита Сергійович**

\_\_\_\_\_  
(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 \_\_\_\_\_

архітектури, будівництва та дизайну

будівництва та цивільної інженерії

бакалавр

19 Архітектура та будівництво

192 Будівництво та цивільна інженерія

промислове та цивільне будівництво

Будівництво та цивільна інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри будівництва та  
цивільної інженерії

О. УЖЕГОВА

" 31 " грудня 2024 року

ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Рижкову Микиті Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи бакалавра

Житловий будинок на 36 квартир  
у м. Житомир

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 проєкту. Обґрунтування вибору конструкцій. Проєктування таких несучих конструкцій будівлі: монолітної з/б функраментної плити; монолітної з/б стіни та колон.

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; проєктування 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 Самгук доцент каф. БУЧ		
2. Розрахунково-конструктивна частина	Світлана Ротко доцент каф. БУЧ		
3. Технологія та організація будівництва	Олександр Чалюк доцент каф. БУЧ		
4. Економічна частина	Володимир Самгук доцент каф. БУЧ		
5. Охорона праці	Володимир Самгук доцент каф. БУЧ		

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

Микита Рижцов  
(ім'я та прізвище)

Керівник дипломного проекту

Володимир Самгук  
(ім'я та прізвище)

## АНОТАЦІЯ

Рижков М. С. Житловий будинок на 36 квартир у м. Житомир. 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.

У кваліфікаційній роботі виконано проектування житлового будинку в місті Житомир з урахуванням чинних будівельних норм і вимог до енергоефективності, функціональності та технологічності об'єкта.

Об'єктом дослідження виступає будівля житлового призначення, предметом – процес її архітектурно-конструктивного, інженерного та організаційно-технологічного проектування.

Метою роботи є розроблення комплексного проекту багатоквартирного житлового будинку з урахуванням інженерних, конструктивних, технологічних та економічних аспектів.

Для досягнення мети застосовано сучасні методи об'ємно-планувального моделювання, розрахункове проектування конструкцій із використанням програмного комплексу MOHOMAX-CADP, а також методики організації та планування будівництва. В економічному розділі виконано кошторисне обґрунтування з використанням програмного комплексу АВК-5. Розділ охорони праці містить технічні рішення щодо безпечного ведення будівельних робіт.

Результати дослідження можуть бути використані для реалізації аналогічних проектів у галузі цивільного будівництва, а також як основа для подальших досліджень з удосконалення енергоефективності та цифровізації проектного процесу.

Ключові слова: житлове будівництво; проектування будівлі; монолітний каркас; розрахунок конструкцій; кошторисна вартість.

## SUMMARY

Ryzhkov M. S. Residential building for 36 apartments in Zhytomyr. 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 qualification thesis presents the design of a residential building in the city of Zhytomyr in accordance with current building codes and requirements for energy efficiency, functionality, and technological feasibility of the project.

The object of the study is a residential building, and the subject is the process of its architectural-structural, engineering, and organizational-technological design.

The purpose of the thesis is to develop a comprehensive design project for a multi-apartment residential building, taking into account engineering, structural, technological, and economic aspects.

To achieve this goal, modern methods of spatial planning modeling were applied, as well as structural design using the MONOMAKH-SAPR software, along with methodologies for construction planning and organization. The economic section includes a cost estimate calculated using the AVK-5 software. The occupational safety section presents technical solutions for the safe execution of construction works.

The results of the study can be used for the implementation of similar projects in the field of civil construction, as well as a basis for further research in improving energy efficiency and digitalizing the design process.

Keywords: residential construction; building design; monolithic frame; structural calculation; construction cost estimate.

## ЗМІСТ

<b>Вступ .....</b>	<b>7</b>
<b>Вихідні дані проекту .....</b>	<b>9</b>
Умови району будівництва.....	9
Функціональна характеристика.....	10
<b>1 Архітектурно-будівельна частина .....</b>	<b>11</b>
1.1 Об'ємно-планувальне рішення.....	11
1.2 Архітектурно-конструктивне рішення.....	12
1.3 Інженерні мережі.....	14
1.4 Будівельна фізика .....	18
1.5 Техніко-економічні показники .....	19
<b>2 Розрахунково-конструктивна частина .....</b>	<b>21</b>
2.1 Обґрунтування вибору конструкцій.....	21
2.2 Проектування каркасної будівлі у програмі MOHOMAX-CADP.....	22
2.3 Розрахунок та конструювання монолітної фундаментної плити.....	26
2.4 Розрахунок та конструювання монолітної стіни та колон.....	30
<b>3 Технологія та організація будівництва.....</b>	<b>33</b>
3.1 Визначення номенклатури та об'ємів робіт.....	33
3.2 Вибір методів виконання робіт.....	37
3.3 Підбір монтажного крана.....	38
3.4 Складання календарного плану виконання робіт .....	41
3.5 Проектування будженплану об'єкта .....	42
<b>4 Економіка будівництва .....</b>	<b>47</b>
4.1 Пояснювальна записка до економічної частини проекту .....	47
4.2 Локальний кошторис на загальнобудівельні роботи.....	48
<b>5 Охорона праці.....</b>	<b>49</b>
<b>Висновки .....</b>	<b>51</b>
<b>Перелік джерел посилання .....</b>	<b>53</b>

## ВСТУП

У сучасних умовах розвитку міст і зростання населення питання проектування житлових будинків набуває особливого значення. Забезпечення населення якісним, комфортним та енергоефективним житлом є одним із пріоритетів державної житлової політики. У цьому контексті розробка проекту житлового будинку з урахуванням сучасних будівельних технологій, конструктивних рішень та нормативних вимог відповідає як практичним потребам будівельної галузі, так і науково-професійному інтересу. Застосування цифрових інструментів, таких як MONOMAX-CAD, Autocad та програмного забезпечення для кошторисного розрахунку АВК-5, дає змогу значно підвищити ефективність процесу проектування.

Проектування житлових будівель як напрям професійної діяльності активно розвивається як в Україні, так і за кордоном. Праці багатьох науковців присвячені питанням розробки архітектурно-планувальних рішень, енергоефективності, розрахунку несучих конструкцій. Утім, не втрачає актуальності питання адаптації методик до конкретних умов забудови, включаючи місто Житомир, з його інженерно-геологічними, кліматичними та містобудівними особливостями. Це обґрунтовує необхідність виконання індивідуального проекту з комплексною розробкою всіх частин – від архітектурної до економічної.

Мета роботи: проектування житлового будинку з монолітним залізобетонним каркасом у місті Житомир із урахуванням архітектурно-конструктивних, технологічних, організаційних та економічних аспектів.

Завдання роботи [1]:

- розглянути містобудівні умови ділянки будівництва;
- розробити об'ємно-планувальне та конструктивне рішення житлової будівлі;
- проектувати елементи каркасу та фундаментної плити за допомогою ПК MONOMAX-CAD;
- визначити обсяги та методи виконання будівельно-монтажних робіт;

- розробити календарний план будівництва та будівельний генеральний план об'єкта;
- здійснити кошторисний розрахунок вартості зведення будівлі;
- проаналізувати умови безпечного ведення робіт, розробити заходи з охорони праці.

Об'єкт дослідження – житлова багатоповерхова будівля, що проектується для зведення на ділянці у місті Житомир.

Предмет дослідження – проектні рішення, що стосуються архітектурно-конструктивних, технологічних, економічних та безпекових аспектів зведення житлової будівлі.

Під час розробки проекту використано поєднання таких методів:

- аналітичний метод – для опрацювання нормативної бази та аналогічних проектних рішень;
- моделювання – при проектуванні елементів каркасу будівлі в середовищі ПК МОНОМАХ-САПР;
- графічне проектування – у складанні креслень будівлі;
- техніко-економічний аналіз – для оцінки вартості проекту.

Дослідження ґрунтується на таких джерелах:

- державні будівельні норми (ДБН, ДСТУ);
- чинне законодавство у сфері містобудування;
- довідкові матеріали з проектування та будівельних конструкцій;
- науково-методичні джерела та підручники з архітектури, будівельної механіки, організації будівництва;
- офіційні ціни на будівельні ресурси;
- програмні комплекси МОНОМАХ-САПР, АВК-5, Autodesk Autocad.

## ВИХІДНІ ДАНІ ПРОЕКТУ

### Умови району будівництва

Проектування житлового будинку здійснюється для умов міста Житомир, яке розташоване у II кліматичному районі згідно з [2]. Основні природно-кліматичні характеристики району мають вирішальне значення для обґрунтування конструктивних та інженерних рішень.

#### Кліматичні показники:

- Розрахункова температура зовнішнього повітря:
  - найхолоднішої доби:  $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
  - найхолоднішої п'ятиденки:  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Снігове навантаження –  $1,46\text{ кПа}$  ( $146\text{ кг/м}^2$ ) – зона V.
- Вітрове навантаження –  $0,46\text{ кПа}$  ( $46\text{ кг/м}^2$ ) – зона III.
- Сейсмічність території – не перевищує 6 балів за шкалою MSK-64.

#### Конструктивно-будівельні умови:

- Клас відповідальності об'єкта – СС2 (середній рівень наслідків), згідно з ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013.
- Ступінь вогнестійкості будівлі – II.
- Ступінь довговічності основних конструкцій – II.
- Нормативна глибина промерзання ґрунтів –  $0,9\text{ м}$ .

#### Інженерно-геологічні умови:

За результатами інженерно-геологічних вишукувань, у межах ділянки будівництва виявлені ґрунти, придатні для влаштування мілкозаглиблених фундаментів. Основою під проектувану будівлю є такі ґрунти:

- Суглинок лесовидний твердий, непросідний з характеристиками:

$$\gamma = 18,8\text{ кН/м}^3, \varphi = 21^{\circ}, C = 7,5\text{ МПа.}$$

- Суглинок лесовидний тугопластичний з характеристиками:

$$\gamma = 18,8\text{ кН/м}^3, \varphi = 19,1^{\circ}, C = 14,5\text{ МПа.}$$

Рівень ґрунтових вод під час дослідження – на глибині понад  $18\text{ м}$ , що дозволяє влаштовувати фундаменти без спеціальних заходів гідроізоляції.

## Функціональна характеристика

Проектований об'єкт – дев'ятиповерховий житловий будинок на 36 квартир, що належить до групи багатоквартирних житлових будівель постійного проживання згідно з класифікацією [3].

Будівля призначена для комфортного тривалого проживання мешканців і забезпечення базових потреб побутового, соціального та санітарно-гігієнічного характеру. Архітектурно-планувальні та конструктивні рішення виконано з урахуванням нормативних вимог щодо інсоляції, енергоефективності, пожежної безпеки, звукоізоляції та доступності для маломобільних груп населення.

### Основні функціональні характеристики будівлі:

- Тип об'єкта – багатоквартирний житловий будинок постійного проживання.

- Поверховість – 9 поверхів.

- Кількість квартир – 36 (одно- та двокімнатні).

- Конструктивна схема – монолітний залізобетонний каркас із зовнішніми стінами з енергоефективних матеріалів.

- Інженерне забезпечення – централізоване водопостачання, водовідведення, електропостачання, індивідуальне опалення, природна та примусова вентиляція.

- Пожежна безпека – згідно з ДБН В.1.2-7:2021 з урахуванням підвищеної поверховості.

- Доступність – передбачено доступ для маломобільних груп населення: облаштовано пандуси, передбачено ліфт, дотримано ширини дверних прорізів.

Функціональне зонування квартир спрямоване на ефективне використання площі з поділом на житлову та допоміжну частини, забезпечення інсоляції, природної аерації та комфорту в експлуатації. Передбачено застосування енергоощадних матеріалів і рішень, що сприяють зниженню витрат на опалення та експлуатацію.

# 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

## 1.1 Об'ємно-планувальне рішення

Проектований житловий будинок розміщується на території м. Житомир, у межах сформованої міської забудови. Архітектурно-планувальне та об'ємне вирішення будівлі сформовано відповідно до завдання на проектування, містобудівних умов, а також чинних державних будівельних норм [4].

Будівля має прямокутну в плані форму з розмірами в осях  $15,2 \times 20,0$  м. Поверховість – 9 надземних поверхів із підвальним приміщенням, що використовується для розміщення інженерних мереж, господарських кімрок та технічних зон. Зверху передбачено горище. Висота будівлі 29,95 м. Квартири розміщено з першого по дев'ятий поверх включно. Усі поверхи з'єднані між собою збірними залізобетонними сходами, що встановлені у закритій сходовій клітці з природним освітленням через вікна площею не менше  $1,2 \text{ м}^2$ , що також забезпечують димовидалення у разі пожежі.

Вертикальні функціональні зв'язки здійснюються сходовою кліткою, горизонтальні – внутрішніми коридорами. Запроектовано один під'їзд з окремим входом із рівня відмостки та можливістю організації доступу для маломобільних осіб.

Покрівля будівлі – плоска, експлуатована, з внутрішнім водовідведенням, яке організовано через водоприймальні лійки, водостічні стояки та мережу трубопроводів. Конструкція покриття передбачає утеплення та гідроізоляцію згідно з вимогами ДБН В.2.6-31:2021.

Конструктивна схема будівлі – монолітно-каркасна, із просторовим каркасом, що включає:

- монолітні залізобетонні колони та пілони;
- діафрагми жорсткості, що забезпечують стійкість до горизонтальних навантажень;
- монолітні залізобетонні перекриття та покриття;
- монолітну плиту фундаменту.

Усі несучі та огорожувальні конструкції проектуються згідно з нормами вогнестійкості, що відповідають II ступеню згідно з ДБН В.1.1-7:2021. З метою протипожежного захисту передбачено:

- нормативні протипожежні розриви до суміжних об'єктів;
- під'їзди для пожежно-рятувальної техніки з дотриманням геометричних параметрів та радіусів повороту;
- входні двері до сходової клітки виконуються з важкогорючих матеріалів;
- вентиляційні канали – із негорючих матеріалів;
- природне димовидалення через віконні прорізи у сходовій клітці.

Квартирна структура включає одно- та двокімнатні квартири, кожна з яких спроектована з урахуванням нормативної площі, комфортного зонування, забезпечення природного освітлення всіх житлових кімнат та потреб маломобільних груп населення [5]. Санітарно-технічні приміщення згруповані компактно, що дозволяє оптимізувати прокладання інженерних мереж.

## **1.2 Архітектурно-конструктивне рішення**

Конструктивна схема будівлі – монолітний залізобетонний каркас повного типу, що забезпечує високу просторову жорсткість, технологічність виконання та можливість вільного планування внутрішніх приміщень [6]. Каркас утворений монолітною фундаментною плитою, вертикальними елементами жорсткості (колонами, пілонами, діафрагмами) та монолітними плитами перекриттів і покриття [7].

За умовну відмітку 0,000 прийнято рівень чистої підлоги першого поверху.

### **Фундаменти:**

- тип: суцільна монолітна залізобетонна плита;
- бетон: класу С16/20;
- арматура: класів А400С і А240С за ДСТУ 3760:2019;
- товщина захисного шару бетону: 70 мм.

### **Вертикальні несучі елементи:**

- пілони та монолітні стіни: товщина 300 мм, бетон класу С20/25;

- армування: сталю класів A400C та A240C;
- захисний шар бетону: 30 мм.

**Перекриття:**

- тип: монолітне залізобетонне;
- товщина: 200 мм;
- бетон: класу C20/25;
- опора: на колони, пілони та діафрагми жорсткості;
- захисний шар бетону: мінімум 15 мм.

**Зовнішні стіни:** товщиною 510 мм.

**Перегородки:** міжквартирні товщиною 200 мм, міжкімнатні – 120 мм; матеріал: глиняна повнотіла цегла марки M100 на цементному розчині M50, згідно з ДСТУ Б В.2.7-61:2008.

**Перемички:** збірні залізобетонні.

**Теплоізоляція та оздоблення:** утеплення зовнішніх стін: мінераловатні плити товщиною 150 мм, щільністю  $\gamma = 50 \text{ кг/м}^3$ ; фасадне оздоблення: декоративна штукатурка по армованій сітці.

**Світлопрозорі конструкції:** усі віконні, дверні та вітражні прорізи заповнено металопластиковими конструкціями з енергозберігаючим склопакетом, що відповідає вимогам до теплоізоляції та повітропроникності.

**Підлоги:** у вологих приміщеннях (санвузли, ванні кімнати) запроєктовано покриття з керамічної плитки.

У житлових кімнатах – покриття з ламінованої дошки або паркетної дошки на основі звукоізоляційної підоснови.

Усі конструктивні та архітектурні рішення відповідають вимогам міцності, надійності, енергоефективності та пожежної безпеки, а також забезпечують зручність подальшого обслуговування та експлуатації будівлі.

## 1.3 Інженерні мережі

### 1.3.1 Система водопостачання

Проектована система водопостачання житлового будинку включає господарсько-питне, протипожежне та гаряче водопостачання, що реалізується як сукупність зовнішніх і внутрішніх мереж, спроектованих згідно з вимогами ДБН В.2.5-64:2012 [8].

Джерелом холодного водопостачання виступає існуюча міська мережа високого тиску, підключена до будинку через центральний тепловий пункт (ЦТП). Зовнішній водогін передбачається з поліхлорвінілових труб діаметром 110 мм, прокладених нижче глибини промерзання ґрунту – не менш як 1,5 м до верху труби.

Внутрішня система холодного водопостачання організована за кільцевою схемою, яка об'єднує господарсько-питне і протипожежне водопостачання. Така конфігурація підвищує надійність і забезпечує безперебійне водопостачання в умовах аварійних чи пікових навантажень.

Облік водоспоживання передбачено через:

- загальнобудинковий водолічильник на вводі;
- квартирні лічильники холодної води в кожному житловому приміщенні.

Трубопроводи системи виконуються із оцинкованих сталевих водогазопровідних труб та поліетиленових труб високої щільності. Всі трубопроводи, що проходять через неопалювані приміщення (підвали, штраби, технічні підпілля), додатково обгортаються теплоізоляцією для запобігання конденсації та промерзання.

Гаряче водопостачання організоване за рахунок автономної дахової котельні, яка виконує функції генерації теплової енергії для подачі гарячої води споживачам у межах будівлі. Система спроектована відповідно до вимог ДБН В.2.5-67:2013.

Для забезпечення обліку теплової енергії та водоспоживання встановлюються:

- загальнобудинковий лічильник гарячої води на подаючому трубопроводі;
- індивідуальні квартирні лічильники гарячої води.

Трубопроводи гарячого водопостачання виконуються з оцинкованих сталевих труб та термостійких полімерних матеріалів, стійких до гідравлічних і температурних навантажень. Усі ділянки в холодних зонах будівлі ретельно ізольовані сучасними теплоізоляційними матеріалами, що дозволяє зменшити тепловтрати й підвищити енергоефективність системи.

### **1.3.2 Система водовідведення**

Проектована система водовідведення житлового будинку включає господарсько-побутову каналізацію та систему зливової каналізації, що функціонують незалежно одна від одної й приєднуються до відповідних існуючих міських мереж [9].

Для відведення стічних вод із санітарно-технічних приладів (унітазів, умивальників, ванн, душових) у проєкті передбачається підключення до існуючого міського каналізаційного колектора діаметром 600 мм. Зовнішня мережа каналізації запроектована з гладкостінних керамічних труб, які відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.5-57:2011, що забезпечує хімічну стійкість, герметичність та тривалий термін експлуатації.

Внутрішня система господарсько-побутової каналізації будівлі побудована за принципом роздільного випуску – окремі трубопроводи організовують відведення стоків від санітарних приладів кожної квартири до стояків, а далі – до загального випуску в зовнішню мережу.

З метою відведення атмосферних опадів (дощових і талих вод) передбачено підключення до діючого міського зливого колектора діаметром 1200 мм. Зовнішня злива мережа виконана з азбестоцементних труб, які мають достатню гідравлічну пропускну здатність і тривалу експлуатаційну надійність.

Усі елементи зливової системи спроектовано з урахуванням інтенсивності опадів, ухилів покрівлі та вимог ДБН В.2.5-64:2012 щодо організації водовідведення.

### **1.3.3 Електропостачання та електрообладнання**

Система електропостачання житлового будинку розробляється відповідно до вимог ДБН В.2.5-23:2010 «Електрообладнання житлових та громадських будівель» з метою забезпечення надійного функціонування всіх внутрішніх систем споживання електроенергії, з урахуванням навантажень побутового, освітлювального, вентиляційного та аварійного характеру.

Об'єкт належить до II категорії надійності електропостачання, що передбачає двобічне живлення з незалежних джерел (або резервного забезпечення від дизель-генератора чи АКБ). Загальна встановлена електрична потужність споживачів у межах будівлі становить 125 кВт.

Живлення систем та обладнання здійснюється від трифазної чотирипровідної мережі напругою 380/220 В з глухозаземленою нейтраллю. Система заземлення виконана за схемою TN-C-S, з обов'язковим повторним заземленням PEN-провідника.

### **1.3.4 Система опалення та теплопостачання**

Проектована система опалення будівлі базується на водяній двотрубній закритій системі, що живиться від автономної дахової газової котельні, розташованої на покрівлі [10]. Таке рішення забезпечує незалежність об'єкта від центральних мереж теплопостачання та підвищує енергоефективність експлуатації.

Робочим теплоносієм є вода, яка циркулює за температурними параметрами:

- подача ( $T_1$ ) – 95 °С,
- зворотна лінія ( $T_2$ ) – 70 °С.

Гідравлічна схема системи – двотрубна горизонтальна з нижнім розведенням, що дозволяє забезпечити рівномірне теплопостачання всіх приміщень будівлі та зручність регулювання.

В якості нагрівальних елементів застосовано секційні радіатори, які мають високу тепловіддачу, стійкість до гідроударів та естетичний зовнішній вигляд. Для індивідуального регулювання температури в приміщеннях кожен радіатор

обладнано термостатичним регулятором, що дозволяє зменшити витрати енергії та підвищити комфорт користувачів.

Трубопроводи системи опалення виконуються з:

- сталевих електрозварювальних труб – для магістральних ліній;
- оцинкованих водогазопровідних труб – для стояків і підключень;
- металополімерних труб (металопластикових) – для розводки в квартирах.

### **1.3.5 Система вентиляції та повітрообміну**

У проєктованій житловій будівлі передбачено застосування загальнообмінної системи вентиляції з природним спонуканням [10], яка забезпечує санітарно-гігієнічні умови перебування мешканців шляхом регулярного оновлення повітря в приміщеннях.

Видалення відпрацьованого повітря здійснюється через вертикальні вентиляційні канали, розташовані у санвузлах, ванних кімнатах і кухнях. Вентканали виводяться вище рівня покрівлі згідно з нормами, що забезпечує тягу, достатню для природної циркуляції повітря.

Приплив свіжого повітря забезпечується неорганізованим шляхом через:

- щілини у віконних конструкціях (інфільтрація);
- провітрювання через відкривання вікон або фрамуг;
- за потреби – через припливні клапани в огорожувальних конструкціях.

Загальнообмінна система вентиляції з природним спонуканням є енергоефективним рішенням для багатоквартирних будівель, оскільки не потребує електроживлення для своєї роботи.

### **1.3.6 Система газопостачання**

Газопостачання житлового будинку [10] організовано згідно з вимогами ДБН В.2.5-20-2018 "Газопостачання" та діючих правил безпечної експлуатації систем. Джерелом постачання є місцева газорозподільна мережа високого тиску, до якої підключено зовнішній підвідний газопровід.

**Зовнішня система газопостачання.** Підвідний трубопровід до будівлі виконано зі сталевих електрозварювальних труб діаметром 50 мм, прокладених із дотриманням необхідних охоронних зон і глибини залягання. На вводі передбачено встановлення:

- запірної арматури для аварійного перекриття подачі газу;
- фільтра грубої очистки;
- газового лічильника для загальнобудинкового обліку.

Газ надходить до дахової котельні, де використовується для постачання теплової енергії для систем опалення та гарячого водопостачання.

**Внутрішня система газопостачання.** Внутрішній розподіл газу до споживчих приладів здійснюється водогазопровідними сталевими трубами діаметром 15 мм. Монтаж трубопроводів виконано відкритим способом уздовж стін із кріпленням до конструкцій будівлі. Перед кожним газовим приладом передбачено:

- індивідуальний запірний вентиль;
- гнучке з'єднання згідно з вимогами безпеки;
- вентиляційні отвори в приміщеннях для природного повітрообміну.

## 1.4 Будівельна фізика

### 1.4.1 Теплотехнічний розрахунок суміщеного покриття

Проектування огорожувальних конструкцій виконано з урахуванням вимог енергоефективності, встановлених [11]. Розрахунок виконано для умов м. Житомир, який належить до II кліматичного району [12]. Мінімумально допустиме значення приведенного опору теплопередачі для суміщеного покриття становить:  $R_{q,min} = 7,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ .

Суміщене покриття включає такі шари:

№	Матеріал шару	$\gamma$ , кг/м <sup>3</sup>	$\delta$ , мм	$\lambda$ , Вт/(м·К)
1	Руберойд «Uniflex» із захисним покриттям	590	10	0,17
2	Гідроізоляційний килим «Uniflex»	590	10	0,17
3	Полімерно-цементна стяжка	1800	30	0,85

4	Утеплювач URSA N	80	220	0,035
5	Пароізоляційний матеріал	600	5	0,17
6	Ухилоутворюючий керамзитобетон	1000	100	0,25
7	Монолітна з/б плита покриття	2500	200	1,69

Опори теплообміну поверхонь:

Внутрішній опір:  $R_{вн} = 1 / 8,7 = 0,115 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$

Зовнішній опір:  $R_z = 1 / 23 = 0,043 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$

Теплотехнічні характеристики шарів огорожувальної конструкції:

1. Руберойд:  $R = 0.010 / 0.170 = 0.059 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$

2. Гідроізоляція:  $R = 0.010 / 0.170 = 0.059 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$

3. Полімерно-цементна стяжка:  $R = 0.030 / 0.850 = 0.035 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$

4. Утеплювач URSA XPS N-III:  $R = 0.220 / 0.035 = 6.286 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$

5. Пароізоляція:  $R = 0.005 / 0.170 = 0.029 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$

6. Ухилоутворювач з керамзитобетону:  $R = 0.100 / 0.250 = 0.400 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$

7. Залізобетонна плита:  $R = 0.200 / 1.690 = 0.118 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$

Загальний приведений опір теплопередачі конструкції:

$$R_q = R_{вн} + \sum R_{шарів} + R_z = 0,115 + \sum R + 0,043 = 7,14 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}.$$

Висновок: Розрахунковий опір теплопередачі суміщеного покриття відповідає нормативному значенню і становить  $7,14 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ , що більше ніж  $R_{q,min} = 7,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ . При товщині утеплювача 220 мм умова енергоефективності виконується.

### 1.5 Техніко-економічні показники

У процесі проектування житлової будівлі визначено основні техніко-економічні показники, що характеризують функціональну ефективність забудови, ступінь освоєння території, а також економічну доцільність проектних рішень.

Загальна площа земельної ділянки, на якій розміщується об'єкт, дозволяє забезпечити нормативні відстані між будівлями, проїзди, зони відпочинку, озеленення та під'їзди для пожежної техніки.

Площа забудови відповідає раціональному використанню ділянки без перевищення гранично допустимої щільності.

Таблиця 1.1 – Техніко-економічні показники

№ з/п	Найменування	Од. вимірювання	Значення
1	Площа земельної ділянки	га	0,72
2	Поверховість	шт.	9
3	Кількість квартир	шт.	36
4	Площа забудови	м <sup>2</sup>	309,93
5	Загальна площа	м <sup>2</sup>	2143,17
6	Корисна площа	м <sup>2</sup>	2588,7
7	Будівельний об'єм:	м <sup>3</sup>	10258,7
8	– вище 0,000	м <sup>3</sup>	9297,9
9	– нижче 0,000	м <sup>3</sup>	960,8

## 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

### 2.1 Обґрунтування вибору конструкцій

У проєкті дев'ятиповерхового житлового будинку як основна конструктивна схема обрана монолітна залізобетонна каркасна система з плитним фундаментом, що забезпечує високу просторову жорсткість, гнучкість у плануванні та відповідність сучасним вимогам до енергоефективності, надійності й довговічності.

Монолітний каркас складається з вертикальних несучих елементів (колон, пілонів, діафрагм жорсткості) та горизонтальних – монолітних залізобетонних плит перекриття. Така схема дозволяє:

- забезпечити вільне планування квартир без необхідності влаштування внутрішніх несучих стін;
- раціонально розподіляти навантаження між несучими елементами та фундаментом;
- досягати високої жорсткості конструктивної системи за рахунок просторової роботи каркаса;
- реалізовувати поетапне бетонування конструкцій, що зручно при багатоповерховому будівництві;
- зменшити матеріаломісткість шляхом точного розрахунку армування відповідно до діючих навантажень.

У порівнянні з іншими типами конструктивних схем (цегляні несучі стіни, збірні залізобетонні елементи, панельні рішення), монолітний каркас має суттєві переваги: відсутність технологічних стиків, що покращує теплотехнічні характеристики будівлі; вища якість та однорідність конструкцій, зменшення кількості дефектів при зведенні; спрощення прокладання інженерних мереж у перекриттях і стінах; менша товщина огорожувальних конструкцій при збереженні міцності, що збільшує корисну площу; гнучкість при архітектурному проєктуванні – можливість реалізації складних форм і фасадних рішень.

## 2.2 Проектування каркасної будівлі у програмі МОНОМАХ-САПР

### 2.2.1 Формування моделі будівлі

Розрахунково-конструктивна модель будівлі була створена у середовищі програмного комплексу «Мономах-САПР» версії 2016, який призначений для комп'ютерного моделювання та розрахунку просторових конструкцій будівельних об'єктів методом скінченних елементів [13]. На першому етапі було сформовано інформаційну геометричну модель монолітного каркаса, яка відображає конструктивну схему проектованої дев'ятиповерхової житлової будівлі (рис. 2.1).

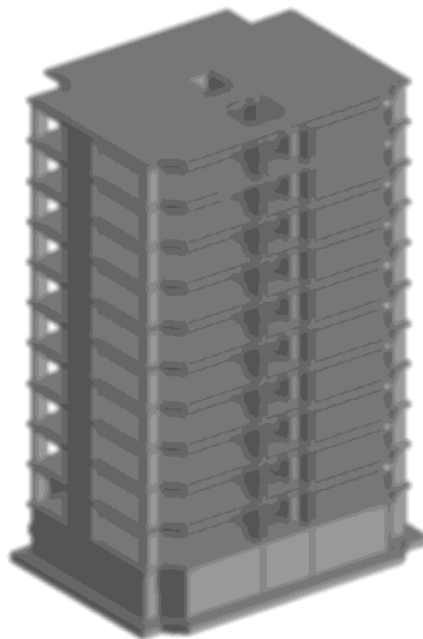


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема житлової будівлі

Процес побудови моделі здійснювався у модулі КОМПОНОВКА [14], де виконано введення основних параметрів:

- сітки координаційних осей (відповідно до архітектурного рішення);
- рівнів поверхів відповідно до висотного зонування будівлі;
- типів і розмірів несучих елементів: монолітні залізобетонні колони, пілони, діафрагми жорсткості, плити перекриття (товщиною 200 мм);
- залізобетонної плити фундаменту – із заданими габаритами у плані та закладеною жорсткістю.

Всі конструктивні елементи було прив'язані до координаційної сітки та розміщені по рівнях, що забезпечило логічну структурування моделі та подальшу

зручність під час аналізу. Конструкції введено з урахуванням матеріалів (бетон класу C16/20 та C20/25, арматура класу A400C) та геометричних характеристик перерізів.

Особливу увагу при моделюванні приділено просторовій роботі системи, тому діафрагми жорсткості (сходи та ліфтові шахти) було задано як плоскі скінченні елементи типу «пластина», які зв'язані з плитами перекриття та вертикальними елементами.

Після створення геометрії виконано візуальний контроль моделі в просторі – перевірено цілісність, правильність зв'язків між елементами, відсутність «висячих» вузлів або помилок топології.

Створена модель топологічно узгоджена, аналітично замкнута та готова до подальших етапів роботи – збору навантажень і розрахунку напружено-деформованого стану конструкцій.

### **2.2.2 Збір навантажень**

Збір навантажень на несучі конструкції проектного дев'ятиповерхового житлового будинку виконано відповідно до вимог [15], із урахуванням кліматичних і геотехнічних характеристик майданчика, розташованого в межах м. Житомир.

До постійних навантажень включено:

- власну вагу конструктивних елементів (плити перекриття, колони, стіни, фундаментна плита, діафрагми жорсткості) – автоматично визначено програмою на основі заданих матеріалів та геометричних характеристик;
- покрівельний пиріг суміщеного даху (руберойд, утеплювач, стяжка, гідроізоляція тощо);
- підлоги, внутрішні перегородки, оздоблення стін і стелі (розраховано з нормативної питомої ваги:  $0,7 - 1,2 \text{ кН/м}^2$  залежно від приміщення);
- інженерне обладнання та комунікації – прийнято умовно постійним навантаженням  $0,2 \text{ кН/м}^2$ .

Тимчасові навантаження враховано згідно з призначенням приміщень:

- для житлових кімнат і коридорів – 2,0 кН/м<sup>2</sup>;
- для сходових кліток – 3,0 кН/м<sup>2</sup>;
- для покриття (при відсутності обслуговування) – 0,3 кН/м<sup>2</sup>.

Коефіцієнти надійності для навантажень та поєднань прийняті згідно з таблицями ДБН.

Згідно з картою снігових навантажень України, м. Житомир належить до V снігового району, де характеристичне значення навантаження становить:

$$S_0 = 1460 \text{ Па.}$$

Вітрове навантаження, місто Житомир входить до III вітрового району, де характеристичне значення навантаження становить:

$$W_0 = 460 \text{ Па.}$$

У поточному проєкті не передбачено надзвичайних навантажень (сейсміка, вибухи, крани тощо), оскільки за сейсмічним районуванням територія м. Житомир характеризується сейсмічністю не вище 6 балів, що не вимагає спеціальних розрахунків для звичайного цивільного будівництва.

### 2.2.3 Проведення розрахунку та цифровий аналіз результатів

Після завершення формування геометричної моделі та збору нормативних навантажень у середовищі ПК «МОНОМАХ-САПР» було виконано розрахунок просторової конструктивної системи будівлі методом скінченних елементів. Розрахунок передбачав визначення напружено-деформованого стану елементів монолітного каркаса під дією основних груп навантажень згідно з нормативними поєднаннями.

Розрахунок проведено методом скінченних елементів, де модель автоматично розбивається на скінченні елементи з урахуванням фізико-механічних властивостей матеріалів та жорсткісних характеристик перерізів. Програма виконує статичний аналіз з побудовою матриці жорсткості всієї системи, враховуючи жорсткі зв'язки між елементами та їх геометричні розміри.

У результаті розрахунку отримано:

- переміщення вузлів у трьох координатних напрямках (рис. 2.2);

- внутрішні зусилля в елементах каркаса (поздовжні сили  $N$ , згинальні моменти  $M_x$  і  $M_y$ , поперечні сили  $Q$ ) (рис. 2.3);
- контурні та еквівалентні напруження в плитах перекриття;
- реакції в опорах, зокрема під фундаментною плитою.

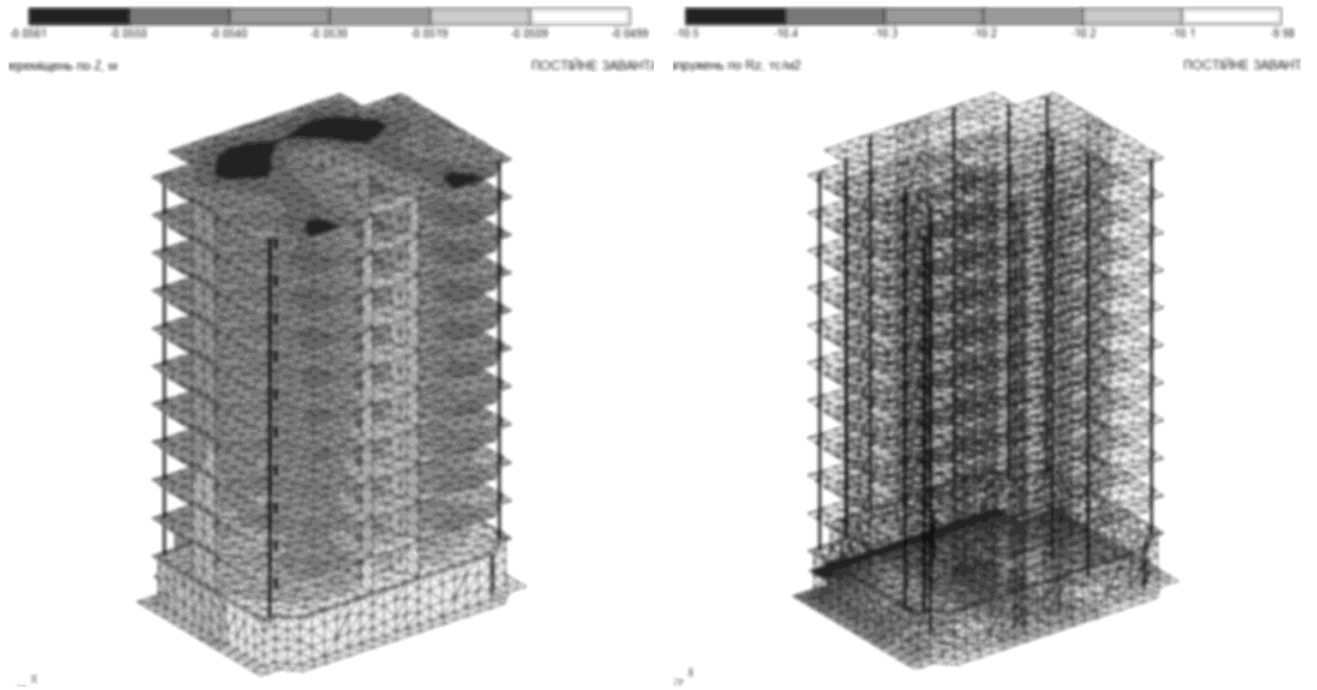


Рисунок 2.2 – Результати розрахунку МСЕ: переміщення по  $Oz$  та мозаїка напружень по  $Rz$

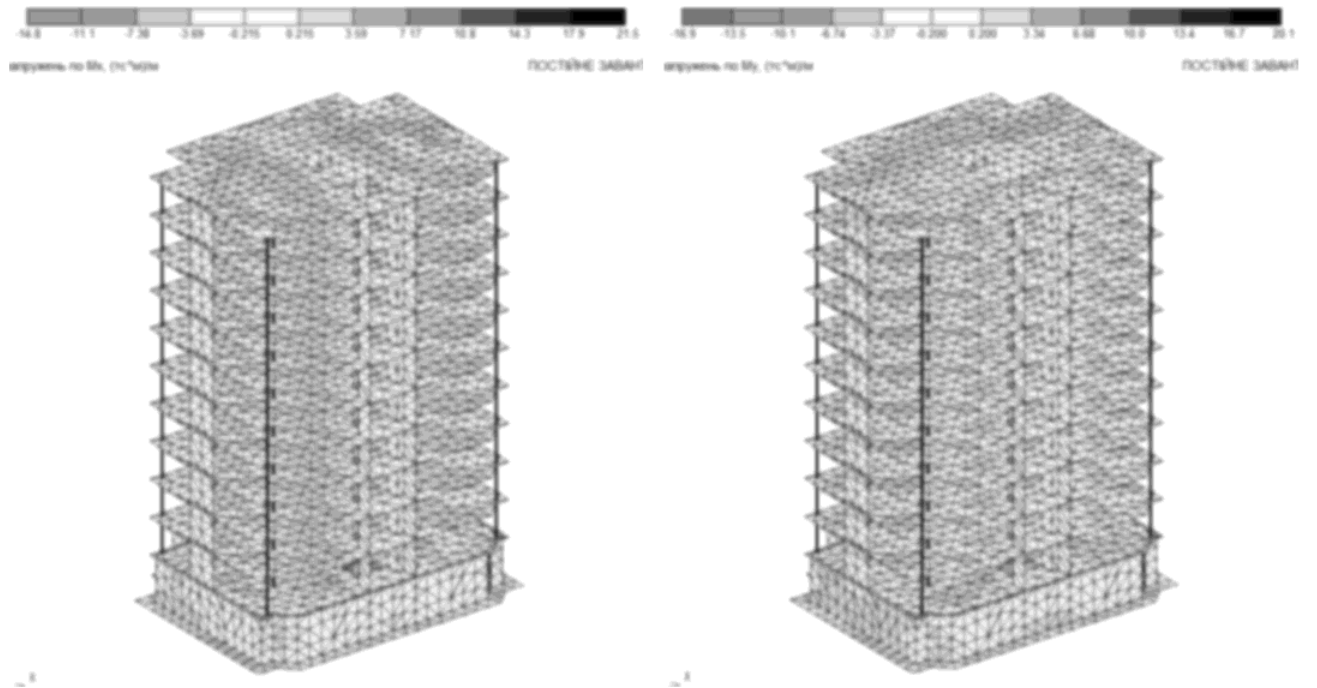


Рисунок 2.3 – Результати розрахунку МСЕ, мозаїки напружень  $M_x$ ,  $M_y$

Для аналізу результатів використано графічні засоби візуалізації ПК «Мономах-САПР». За допомогою ізоліній і кольорових карт отримано наочне представлення:

- зон максимальних і мінімальних напружень у плитах перекриття;
- найбільш навантажених ділянок колон, пілонів і діафрагм;
- нерівномірності розподілу контактних напружень під плитним фундаментом.

Особливу увагу приділено оцінці вертикальних переміщень (прогинів) плит перекриття. Максимальні значення переміщень зафіксовано в центральній частині міжколонного прольоту і не перевищують граничні допустимі згідно з ДБН В.1.2-2:2006.

Результати також підтвердили раціональність розташування діафрагм жорсткості, які ефективно обмежують горизонтальні переміщення (зміщення) каркаса під дією вітрового навантаження, зберігаючи загальну просторову стійкість системи.

На основі цифрового аналізу було зроблено висновок, що:

- конструктивна модель є стійкою і жорсткою;
- усі основні елементи працюють в межах допустимих напружень;
- резерв несучої здатності дозволяє розглядати модель як придатну для подальшого проектного опрацювання.

### **2.3 Розрахунок та конструювання монолітної фундаментної плити**

Розрахунок та конструювання фундаментної плити [16] виконано з використанням спеціалізованого модуля «Плита» програмного комплексу «Мономах-САПР 2016», який забезпечує просторовий аналіз залізобетонних плитних конструкцій із врахуванням нелінійної роботи матеріалу. Вихідні геометричні та навантажувальні дані були імпортовані із модулю «КОМПОНОВКА», що дозволило зберегти топологічну та розрахункову узгодженість з основною моделлю будівлі [17].

#### **Вихідні дані та граничні стани**

Фундаментна плита запроектована із важкого бетону класу С16/20 та армована арматурою класу А400С відповідно до ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Розрахунок виконувався відповідно до вимог нормативної документації за двома групами граничних станів:

- перша група – на міцність за згинанням, зсувом, продавлюванням;
- друга група – на тріщиностійкість (розкриття тріщин) і прогини (жорсткість у довготривалій стадії).

У моделі було враховано дії постійного навантаження (власна вага конструкцій, стін, перекриттів) та тимчасового рівномірно розподіленого навантаження від експлуатаційних впливів. Вплив колон і пілонів реалізовано як сконцентровані зосереджені навантаження, прикладені до окремих вузлів розрахункової сітки.

#### Аналіз результатів розрахунку

У результаті статичного аналізу отримано ізополя згинальних моментів  $M_x$  та  $M_y$ .

Ізолінії згинальних моментів дозволили визначити зони максимальних розтягів і стиснень, що є основою для коректного підбору арматури в нижній і верхній зонах. Візуалізація результатів відображена на рисунках 2.4 – 2.5.

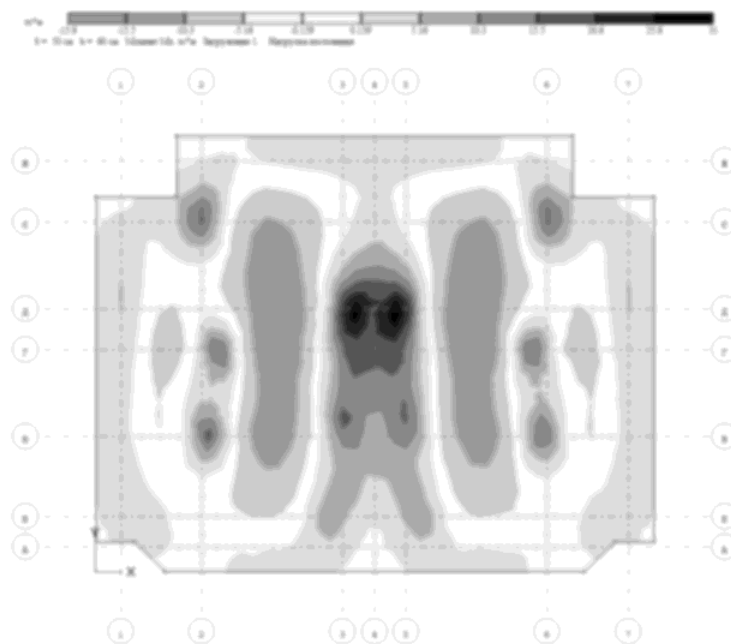


Рисунок 2.4 – Ізополя згинальних моментів  $M_x$  у плиті перекриття від постійного навантаження

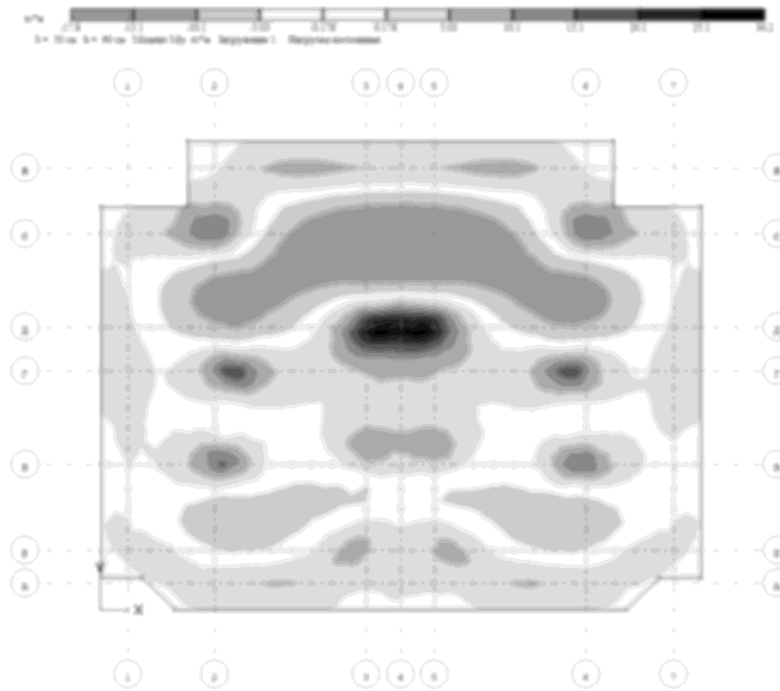


Рисунок 2.5 – Ізополя згинальних моментів  $M_y$  у плиті перекриття від постійного навантаження

### Підбір арматури та конструктивні рішення

На основі розрахованих моментів програмний комплекс автоматично виконав підбір площі робочої арматури в обох напрямках, з подальшим ручним уточненням та приведенням до прийнятих діаметрів і кроків арматурних стержнів.

У звичайних зонах плити (центральна частина):

- нижня зона: арматура  $\varnothing 16$  A400C з кроком 200 мм;
- верхня зона: арматура  $\varnothing 16$  A400C з кроком 200 мм.

У зонах концентрації зусиль – у місцях опирання колон і пілонів:

- верхня зона: посилена арматура  $\varnothing 18$  A400C з кроком 200 мм;
- нижня зона: арматура  $\varnothing 10 \dots \varnothing 12$  A400C з кроком 200 мм залежно від

локального моменту.

Ізополя розрахованої арматури в обох напрямках подано на рисунках 2.6 – 2.7, які відображають площу арматури в  $\text{см}^2/\text{м}$  та дозволяють оцінити ефективність і рівномірність розподілу армування.

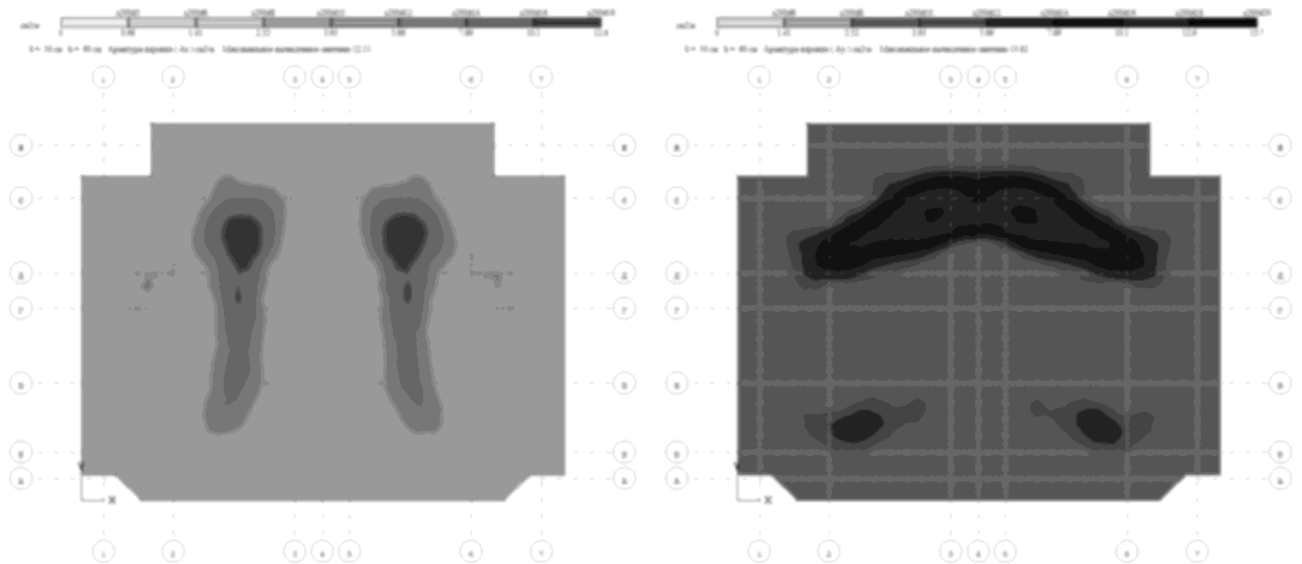


Рисунок 2.6 – Карта розподілу площі арматури у верхній зоні фундаментної плити вздовж осей X та Y

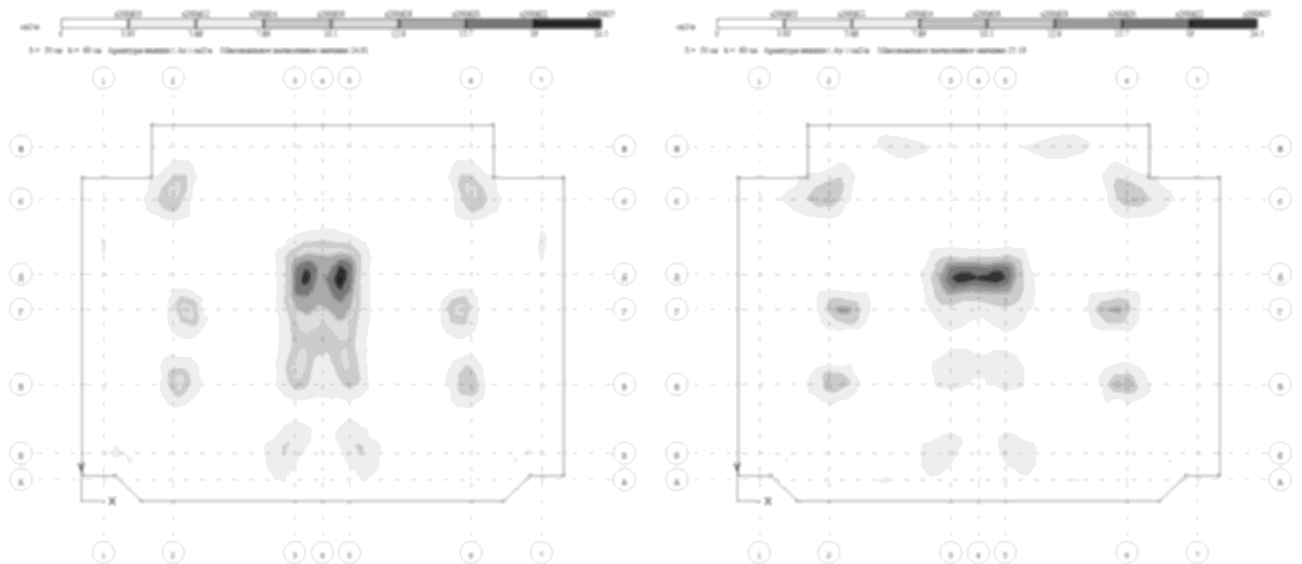


Рисунок 2.7 – Карта розподілу площі арматури в нижній зоні фундаментної плити вздовж осей X та Y

### Висновки

На основі цифрового аналізу та отриманих результатів було підтверджено:

- несучу здатність фундаментної плити в межах нормативних вимог;
- відсутність перевищення граничних прогинів та розкриття тріщин;
- раціональність використання арматури та ефективне її розміщення

відповідно до дійсного розподілу зусиль.

Проектне рішення фундаментної плити технічно обґрунтоване, економічно доцільне і конструктивно ефективне для умов ґрунтової основи м. Житомир.

## **2.4 Розрахунок та конструювання монолітної стіни та колон**

Розрахунок і конструювання вертикальних елементів несучого каркаса – монолітних колон, пілонів та стін – було виконано за допомогою спеціалізованого модуля «Колона» програмного комплексу «Мономах-САПР 2016». Геометричні параметри та навантаження були автоматично імпортовані із модуля «КОМПОНОВКА», що забезпечило узгодженість конструктивної моделі з архітектурно-планувальними рішеннями.

### **Конструктивні характеристики елементів**

Проектом передбачено використання:

- монолітних колон прямокутного та Г-подібного перерізу;
- монолітних стін жорсткості – зокрема, ліфтових шахт та сходових кліток;
- монолітних пілонів, інтегрованих у перегородки та зовнішні стіни.

Матеріалом для несучих елементів прийнято важкий бетон класу C20/25, що відповідає вимогам міцності та тріщиностійкості при багатопверховому будівництві. Поздовжню робочу арматуру застосовано класу A400C, діаметрами Ø16 та Ø20 мм залежно від зусиль у конкретному елементі. Поперечну арматуру (хомути) прийнято класу A240C, діаметром Ø8 мм.

Розташування вертикальних несучих елементів із нумерацією відображено на рис. 2.8 та 2.9.

### **Розрахункові умови**

Розрахунок виконувався за:

- першою групою граничних станів – на міцність при згині, стиску, позацентровому стиску;
- другою групою граничних станів – на забезпечення тріщиностійкості та жорсткості при експлуатаційних впливах.

Для розрахунків вибрано окремі елементи, які є характерними для типових поверхів, а також для найбільш навантажених ділянок (підвальний та перший поверхи).

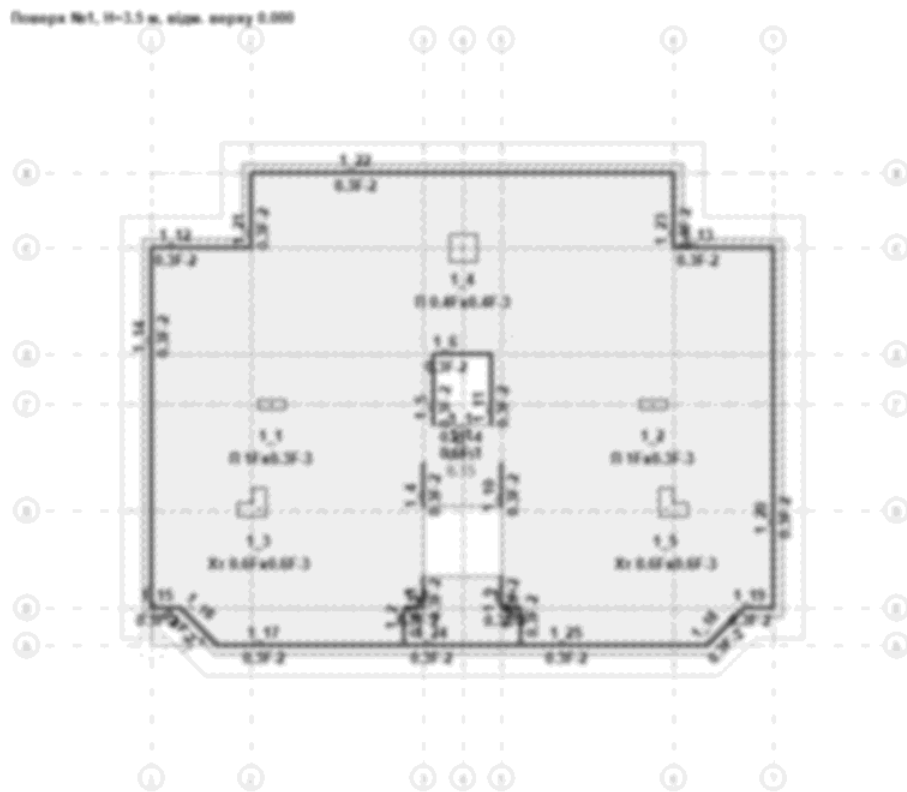


Рисунок 2.8 – План підвалу – розташування вертикальних несучих елементів з нумерацією

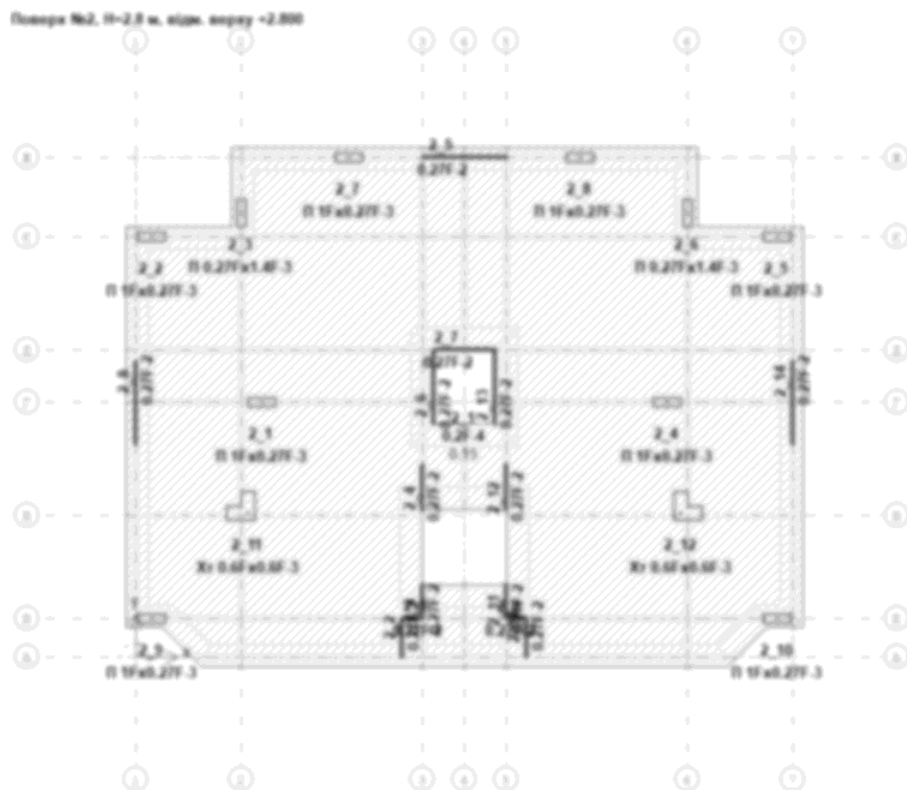


Рисунок 2.9 – План типового поверху – розташування вертикальних несучих елементів з нумерацією

### **Розрахунок і армування колон (Км-3)**

Колону Км-3 з Г-подібним перерізом габаритом 600×600 мм перевірено на дію вертикального стиску та моментів у двох площинах. Отримано зусилля з розрахунку загальної моделі будівлі.

За результатами підбору арматури визначено:

- поздовжня робоча арматура: Ø16 та Ø20 мм класу А400С;
- хомути (поперечна арматура): Ø8 мм класу А240С з кроком 300 мм.

Таке армування дозволяє забезпечити стійкість і жорсткість колони, а також виконати вимоги щодо мінімального та максимального відсотка армування згідно з вимогами ДБН.

### **Розрахунок і армування монолітної стіни (См-5)**

Для монолітної стіни См-5 з габаритами 2250×300 мм розрахунок виконувався як для вертикального елемента, що сприймає зосереджене навантаження від перекриттів, а також працює на згин у площині стіни.

За результатами розрахунку визначено:

- поздовжня арматура: Ø16 мм, класу А400С;
- поперечна арматура (хомути/сітка): Ø8 мм, класу А240С, з кроком 100 мм.

Армування у двох зонах (обох граней стіни) забезпечує рівномірний розподіл зусиль і підвищену тріщиностійкість.

Креслення армування елементів Км-3 і См-5 подано на листі графічної частини.

## 3 ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

### 3.1 Визначення номенклатури та об'ємів робіт

Визначення номенклатури та об'ємів будівельно-монтажних робіт є одним із ключових етапів у процесі технологічного планування будівництва [18]. Цей етап передбачає ідентифікацію усіх видів робіт, які необхідно виконати для зведення об'єкта відповідно до проектної документації, та кількісну оцінку обсягів кожного виду робіт.

Формування номенклатури робіт здійснювалося на основі:

- аналізу робочих креслень (архітектурно-будівельних та конструктивних);
- технічних умов і вимог проектної документації;
- положень чинних нормативно-правових документів (ДБН, ДСТУ, СОУ);
- типових технологічних карт, а також специфікацій матеріалів і виробів.

До номенклатури увійшли всі основні етапи зведення дев'ятиповерхового каркасно-монолітного житлового будинку:

- підготовчі роботи (розчищення території, розбивка осей, організація тимчасових комунікацій);
- земляні роботи (розробка котловану, зворотне засипання, ущільнення ґрунту);
- влаштування фундаменту (бетонні роботи, армування, гідроізоляція);
- зведення каркаса будівлі (опалубні, бетонні та арматурні роботи);
- монтаж огорожувальних конструкцій та заповнення прорізів;
- внутрішні та зовнішні оздоблювальні роботи;
- улаштування інженерних систем (електропостачання, опалення, вентиляція, водопостачання, каналізація);
- благоустрій території.

Після формування номенклатури було виконано розрахунок об'ємів кожного виду робіт, який базувався на:

- геометричних даних з креслень;
- використанні формул для визначення площ, об'ємів, довжин;

- нормативах питомої витрати матеріалів і трудових ресурсів;
- результатах раніше проведених розрахунків (у розділі 2).

Для забезпечення високої точності оцінки об'єми робіт розраховувалися окремо для підземної та надземної частини будівлі, з урахуванням поверховості, конструктивних особливостей і повторюваності типових елементів. Обсяг робіт по інженерним мережам і оздобленню визначався залежно від функціонального призначення приміщень та їх площ.

Результати підрахунку номенклатури та об'ємів робіт подано в табличній формі у таблиці 3.1. Вона є основою для подальших розділів, таких як вибір методів виконання робіт, розрахунок трудових витрат, складання календарного плану та кошторису.

Таблиця 3.1 – Визначення номенклатури та об'ємів робіт

№ з/п	Види робіт	Ескізи, формули підрахунку	Одиниця виміру	Кількість
<b>Земляні роботи</b>				
1	Зрізка рослинного шару ґрунту	$S = a b$	1000 м <sup>2</sup>	0,74
2	Попереднє планування території	$S = a b$	1000 м <sup>2</sup>	0,74
3	Розробка ґрунту котловану екскаватором	$V = l h b$	100 м <sup>3</sup>	22,26
4	Розробка ґрунту котловану вручну	$V = l h b$	м <sup>3</sup>	51,92
5	Ущільнення ґрунту в котловані	$V = l h b$	м <sup>3</sup>	445,01
6	Влаштування піщаної підсипки	$S = a b$	100 м <sup>2</sup>	1,10
	Зворотна засипка ґрунту в котлован	$S = a b$	100 м <sup>3</sup>	4,23
<b>Підземна частина</b>				
<b>Влаштування монолітних фундаментів</b>				
7	Монтаж опалубки фундаменту	$S = a b$	м <sup>2</sup>	332,91
8	Влаштування фундаментної плити	$V = l h b$	м <sup>2</sup>	200,03
9	Встановлення арматурних сіток та каркасів		шт.	0,33
10	Бетонна підготовка під фундаменти	$V = l h b$	100 м <sup>3</sup>	0,35
11	Подавання бетонної суміші		100 м <sup>3</sup>	333,01
12	Влаштування горизонтальної гідроізоляції	$S = a b$	100 м <sup>2</sup>	332,91

13	Демонтаж опалубки фундаменту	$S = a b$	$m^2$	200,03
Влаштування монолітних з/б колон				
14	Монтаж опалубки колон	$S = a b$	$m^2$	119,60
15	Встановлення та в'язання арматури окремими стержнями	$m$ (специфікація колон)	$t$	2,06
16	Подавання бетонної суміші	$V = 1 h b$	$100 m^3$	0,34
17	Демонтаж опалубки колон	$S = a b$	$m^2$	119,28
Влаштування монолітних діафрагм				
18	Монтаж опалубки діафрагм	$S = a b$	$m^2$	214,08
19	Встановлення арматурних сіток та каркасів		шт.	75
20	Подавання бетонної суміші	$V = 1 h b$	$m^3$	29,02
21	Демонтаж опалубки діафрагм	$S = a b$	$m^2$	874,22
Кладка стін				
22	Кладка зовнішніх стін із газобетонних блоків	$V = 1 h b$	$m^3$	9,05
23	Влаштування вертикальної гідроізоляції	$S = a b$	$m^2$	200,06
24	Влаштування горизонтальної гідроізоляції	$S = a b$	$m^2$	59,43
25	Кладка внутрішніх стін з цегли $b=300mm$	$V = 1 h b$	$m^3$	17,61
Влаштування монолітного перекриття				
26	Монтаж опалубки перекриття	$S = a b$	$m^2$	195,07
27	Встановлення та в'язання арматури окремими стержнями	$m$ (специфікація перекриття)	$t$	9,78
28	Встановлення арматурних сіток та каркасів		шт.	18
29	Подавання бетонної суміші	$V = 1 h b$	$m^3$	67,01
30	Демонтаж опалубки перекриття	$S = a b$	$m^2$	195,31
Надземна частина				
Влаштування монолітних з/б колон				
31	Монтаж опалубки колон	$S = a b$	$m^2$	1434,74
32	Встановлення та в'язання арматури окремими стержнями	$m$ (специфікація колон)	$t$	23,40
33	Подавання бетонної суміші	$V = 1 h b$	$m^3$	2,91
34	Демонтаж опалубки колон	$S = a b$	$m^2$	2954,71
Влаштування монолітних діафрагм				
35	Монтаж опалубки діафрагм	$S = a b$	$m^2$	665,83
36	Встановлення арматурних сіток та каркасів		шт.	388
37	Подавання бетонної суміші	$V = 1 h b$	$m^3$	285,50

38	Демонтаж опалубки діафрагм	$S = a b$	$m^2$	7780,71
Кладка стін та перегородок				
39	Кладка внутрішніх стін з газобетонних блоків $b=200mm$	$V = 1 h b$	$m^3$	123,74
40	Кладка зовнішніх стін з цегли $b=250mm$	$V = 1 h b$	$m^3$	171,12
41	Кладка перегородок з стін з цегли $b=120 mm$	$V = 1 h b$	$m^3$	180,71
Влаштування монолітного з/б перекриття				
42	Монтаж опалубки перекриття	$S = a b$	$m^2$	2613,19
43	Встановлення та в'язання арматури окремими стержнями	$m$ (специфікація перекриття)	$t$	107,59
44	Встановлення арматурних сіток та каркасів		шт.	150
45	Подавання бетонної суміші	$V = 1 h b$	$m^3$	665,65
46	Демонтаж опалубки перекриття	$S = a b$	$m^2$	2613,02
Влаштування покрівлі				
47	Влаштування гідроізоляційної плівки	$S = a b$	$100 m^2$	3,07
48	Влаштування пароізоляційної плівки	$S = a b$	$100 m^2$	3,07
49	Влаштування теплоізоляції покрівлі	$S = a b$	$100 m^2$	3,07
50	Влаштування рулонної покрівлі	$S = a b$	$m^2$	308,85
Влаштування сходів				
51	Монтаж металевого огороження		$t$	1,834
52	Монтаж опалубки сходів	$S = a b$	$m^2$	399,73
53	Встановлення та в'язання арматури окремими стержнями		$t$	2,94
54	Подавання бетонної суміші	$V = 1 h b$	$m^3$	20,49
55	Демонтаж опалубки сходів	$S = a b$	$m^2$	399,62
Заповнення прорізів				
56	Встановлення металопластикових вікон	$S = a b$	$100 m^2$	2,24
57	Встановлення дверей	$S = a b$	$100 m^2$	6,48
Опоряджувальні роботи				
58	Монтаж риштувань	$S = a b$	$m^2$	931,51
59	Внутрішнє оздоблення стін	$S = a b$	$m^2$	10925,51
60	Шпатлювання стелі	$S = a b$	$m^2$	3349,57
61	Фарбування стелі	$S = a b$	$m^2$	3349,37
62	Фарбування стін	$S = a b$	$m^2$	10925,40
63	Влаштування цементної стяжки	$S = a b$	$m^2$	3325,72

64	Облицювання стін плиткою	$S = a b$	м <sup>2</sup>	3420,54
65	Облицювання підлог плиткою	$S = a b$	м <sup>2</sup>	997,86
66	Улаштування паркетних підлог	$S = a b$	м <sup>2</sup>	1330,33
67	Утеплення фасаду мінераловатними плитами	$S = a b$	100 м <sup>2</sup>	17,65
68	Оздоблення зовнішніх стін облицювальною цеглою	$S = a b$	м <sup>2</sup>	1864,12
69	Демонтаж риштувань	$S = a b$	м <sup>2</sup>	931,60
<b>Спеціальні роботи</b>				
70	Опалення та вентиляція	відсоткове співвідношення до загального об'єму будівлі	100 м <sup>3</sup>	586,74
71	Водопостачання та каналізація			586,74
72	Електропостачання			586,74
73	Газопостачання			586,74
74	Слабкострумкові мережі			586,74
<b>Благоустрій</b>				
75	Благоустрій території забудови		%	10
<b>Інші непередбачувані роботи</b>				
76	Інші непередбачувальні роботи		%	10

### 3.2 Вибір методів виконання робіт

Вибір способів виконання будівельно-монтажних робіт є одним із найвідповідальніших етапів організації будівництва, адже саме від технологічних рішень залежать тривалість будівництва, якість виконання робіт, безпека праці та ефективність використання ресурсів. Вибір методів орієнтується на сучасні, прогресивні технології, що відповідають обсягам робіт, конструктивним особливостям споруди та умовам будівельного майданчика.

У даному проекті передбачено зведення дев'ятиповерхового монолітного житлового будинку, тому основні методи організації робіт орієнтовані на технології монолітного домобудування в поєднанні з частковим монтажем збірних елементів (наприклад, віконні блоки, зовнішні двері, вентиляційні блоки тощо).

#### Земляні та бетонні роботи

Розробку котловану та зворотне засипання ґрунту пропонується виконувати машинним способом із застосуванням екскаваторів зі зворотною лопатою у поєднанні з ручною доробкою в зонах прилягання до фундаменту. Улаштування бетонної підготовки та фундаментної плити виконується шляхом суцільного

бетонування в інвентарній щитовій опалубці, з використанням бетонних насосів або автоміксерів.

### **Монолітні роботи**

Основу надземної частини будівлі становить монолітний залізобетонний каркас, тому найбільшу питому вагу мають опалубні, арматурні та бетонні роботи. Для цього передбачено:

- переставну горизонтальну опалубку для плит перекриття;
- системну вертикальну опалубку для колон, пілонів і діафрагм жорсткості;
- в'язучі станції для арматурних сіток;
- механізовану подачу бетонної суміші (бетононасосом).

Бетонування виконується поетапно, за поверхами (ярусами), з дотриманням мінімально допустимого інтервалу твердіння суміші перед зняттям опалубки.

### **Монтажні роботи**

Незважаючи на монолітну схему, у будівлі також передбачено монтаж збірних елементів: балконних плит, зовнішніх сходових маршів, металопластикових вікон, дверних блоків, вентиляційних коробів тощо. Ці роботи потребують:

- використання монтажного крана, обраного за вантажопідйомністю та вильотом стріли;
- попереднього поділу об'єкта на захватки, яруси (поверхи) та монтажні ділянки;
- дотримання запланованої послідовності монтажу з урахуванням забезпечення просторової жорсткості будівлі на кожному етапі.

Для організації монтажних робіт застосовується стандартна сітка захваток, що дозволяє паралельне виконання підготовчих та основних операцій на різних ділянках будівлі.

### **3.3 Підбір монтажного крана**

Процес підбору монтажного крана є важливим етапом організації будівництва, оскільки правильність вибору безпосередньо впливає на

безперервність виконання монтажних робіт, безпеку операцій, тривалість будівництва та економічну доцільність проекту. У рамках даної роботи проведено підбір крана, виходячи з конструктивних, технологічних та просторових особливостей об'єкта, а також із врахуванням типових монтажних навантажень.

### Алгоритм вибору монтажного крана

Підбір крана виконано за наступною послідовністю:

1. Визначення типу крана (баштовий, стріловий, гусеничний).
2. Обчислення основних технічних параметрів (виліт, висота підйому, вантажопідйомність).
3. Порівняння характеристик декількох типів кранів та обґрунтування вибору оптимального варіанта.

### Тип крана

З огляду на висоту об'єкта (9 поверхів), щільну забудову міської території, обмежену монтажну зону та необхідність великого вильоту стріли, було прийнято рішення застосувати баштовий повноповоротний кран пересувного типу. Для проекту подібного масштабу цей тип крана забезпечує високу маневреність, точність встановлення елементів, можливість монтажу на рівні понад 30 м та безперебійну роботу в обмежених умовах.

### Вихідні параметри для розрахунку

Для визначення необхідних технічних характеристик крана (рис. 3.1) були використані наступні геометричні та монтажні дані:

- маса найбільшого монтованого елемента  $G_m = 3,24$  т;
- маса монтажного оснащення:  $g = 0,60$  т;
- вантажопідйомність крана  $G = G_m + g = 3,84$  т;
- висота підйому гака (із урахуванням технічного поверху та запобіжного запасу):  $H_{кр} = h_{цок} + h_{поверхів} + h_{запас} = 2,0 + 26,57 + 0,7 = 29,3$  м;
- необхідний виліт стріли (враховуючи ширину захватки, відстань до осі обертання, монтажну зону):  $L_{стр} = a/2 + c + b = 3,0 + 18,84 + 6,0 = 27,8$  м.

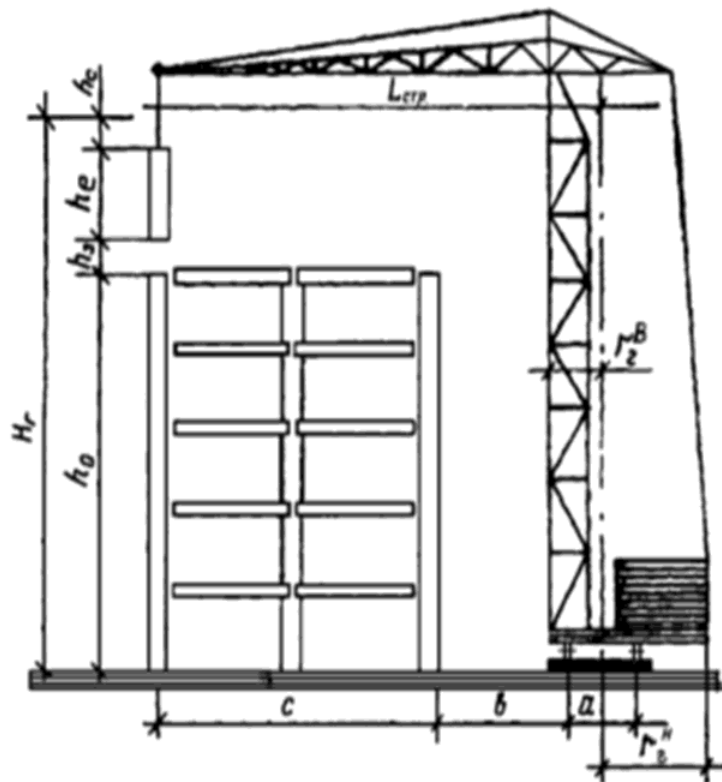


Рисунок 3.1 – Схема визначення монтажних характеристик самохідного стрілового крана

### Обґрунтування вибору моделі крана

На основі розрахованих значень було проведено аналіз технічних характеристик низки баштових кранів. За результатами порівняння вибрано модель КБ-504.2, що повністю відповідає вимогам проекту:

Параметр	Значення для КБ-504.2
Вантажопідйомність	8,5 т
Максимальний виліт стріли	45 м
Максимальна висота підйому	42 м
Вантажний момент	100 т·м
Потужність електроприводу	75 кВт
Конструктивна маса	78 т

**Висновок.** З урахуванням технічних, організаційних та просторових характеристик об'єкта, а також економічних міркувань, доцільним є застосування баштового крана КБ-504.2. Його параметри перебивають розрахункові навантаження, забезпечують необхідний виліт і висоту підйому, а також відповідають вимогам з безпечної експлуатації на будівельному майданчику в умовах щільної міської забудови.

### 3.4 Складання календарного плану виконання робіт

Календарне планування є важливим етапом в організації будівельного виробництва, що дозволяє чітко визначити тривалість, послідовність і ритмічність виконання робіт, раціонально розподілити ресурси, забезпечити узгодженість між усіма видами діяльності на будівельному майданчику. Основою для розроблення календарного плану є дані про об'єми, номенклатуру та методи виконання робіт, обґрунтовані у попередніх підрозділах.

На першому етапі сформовано перелік будівельних процесів на основі проектної документації та відомостей про об'ємно-планувальні і конструктивні рішення будівлі. Визначено їх трудомісткість у людино-днях, технічну складність та потребу в механізмах. До кожного виду робіт встановлено оптимальні методи виконання з урахуванням їх інтенсивності та технологічної послідовності.

При складанні календарного плану враховано укрупнене групування робіт за етапами: підготовчі, загальнобудівельні, монтажні, спеціальні та оздоблювальні. Роботи реалізуються в межах захваток та ярусів, що забезпечує ефективне поєднання трудових ресурсів і машин. З метою рівномірного використання персоналу сформовано "графік руху робітників", який дозволяє візуалізувати навантаження на трудові ресурси протягом усього періоду будівництва.

Нормативна тривалість будівництва будівлі становить 290 календарних днів. За результатами планування фактичний термін зведення об'єкта скорочено до 142 днів, що стало можливим завдяки суміщенню процесів у часі. Коефіцієнт суміщення будівельних процесів склав 3,46, що вказує на ефективну організацію робіт з високим ступенем паралельності.

Середньодобова кількість працівників на будівництві становить 25 осіб, при цьому максимальна кількість зафіксована на рівні 45 осіб. Для оцінки ефективності використання трудових ресурсів обчислено коефіцієнт нерівномірності:

$$K_n = N_{max} / N_{сер} = 45 / 25 = 1,8,$$

що свідчить про допустимий рівень коливань трудових ресурсів протягом будівництва.

Розроблений календарний план забезпечує послідовну, взаємопов'язану організацію будівельних процесів з урахуванням реальних умов об'єкта, що дозволяє досягти високої продуктивності та оптимального використання ресурсів.

### 3.4.1 Техніко-економічні показники календарного плану

Тривалість будівництва житлового будинка у м. Житомир:

$$T \leq T_{\text{норм}}, \quad T = 142 \text{ дн.} < T_{\text{норм}} = 290 \text{ дн.},$$

де  $T$  – тривалість робіт за календарним графіком, днів;

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

Показник суміщення будівельних процесів в часі:

$$K_{\text{сум.}} = \frac{\sum t}{T} = \frac{492}{142} = 3,46,$$

де  $\sum t =$  дн. – сумарна тривалість виконання всіх будівельних процесів при послідовному веденні робіт;

$T=142$  дн. – тривалість робіт за календарним планом.

Показник нерівномірності руху робочої сили:

$$K_{\text{нер}} = \frac{N_{\text{max}}}{N_{\text{ср}}} = \frac{45}{25} = 1,8$$

де  $N_{\text{max}} = 45$  осіб – максимальне число робітників в зміну;

$N_{\text{ср}} = 25$  осіб – середньоспискове число робітників, яке визначається за формулою:

$$N_{\text{ср}} = \frac{\sum Q}{T} = \frac{6965}{142 \cdot 1,96} = 25 \text{ осіб},$$

де  $\sum Q = 6965$  люд.-дн. – сумарна трудомісткість.

## 3.5 Проектування будгенплану об'єкта

### 3.5.1 Визначення потреби в інвентарних будинках

Організація будівельного майданчика передбачає розміщення тимчасових інвентарних споруд, необхідних для забезпечення життєдіяльності працівників, адміністративного управління будівництвом та обслуговування будівельно-монтажного процесу. До складу інвентарних будівель входять: побутові

приміщення для робітників (гардеробні, душові, санітарно-гігієнічні блоки), приміщення для відпочинку, медичний пункт, адміністративно-технічні споруди, диспетчерські, їдальня або буфет, а також охоронні пости.

Кількість і площі таких приміщень визначаються відповідно до кількості працівників, зайнятих на будівельному майданчику у період максимальної інтенсивності робіт. У нашому випадку максимальна кількість працівників становить 45 осіб, що стало базою для подальших розрахунків.

При проектуванні інвентарних будинків застосовуються типові рішення згідно з державними будівельними нормами, що передбачають раціональне планування й багаторазове використання таких споруд. Інвентарні будівлі розміщуються з урахуванням зручного доступу до основної зони будівництва, мінімізації шляхів пересування персоналу та забезпечення належного рівня безпеки.

Основними принципами підбору й розміщення інвентарних будинків є:

- дотримання нормативів площі на одного працівника згідно з вимогами охорони праці та санітарних норм;
- забезпечення безперервності процесу управління будівництвом;
- раціональне використання території будівельного майданчика без створення перешкод для логістики матеріалів та транспорту;
- швидкий монтаж і демонтаж споруд із можливістю повторного використання на інших об'єктах.

Згідно з розрахунками, виконаними у табличній формі (див. експлікацію будівель і споруд в графічній частині), передбачається встановлення необхідної кількості тимчасових інвентарних будівель загальною площею 137,5 м<sup>2</sup>, що повністю відповідає вимогам безпечної, ефективної та організованої діяльності будівельної організації на майданчику.

### **3.5.2 Розрахунок площі складських приміщень і майданчиків**

Ефективне функціонування будівельного майданчика значною мірою залежить від правильного розміщення складських зон для зберігання будівельних

матеріалів, конструкцій та обладнання. Склади та майданчики повинні забезпечити зручне зберігання, надійний захист від атмосферних впливів та швидкий доступ до ресурсів у будь-який момент виробничого циклу.

Усі матеріали поділяються на три основні групи з огляду на умови зберігання:

- матеріали, що потребують захищених умов – цемент, оздоблювальні суміші, електрообладнання тощо, які зберігаються у закритих складах;
- матеріали, стійкі до впливу вологи – металоконструкції, бетонні вироби, які допускається зберігати на відкритих майданчиках з твердим покриттям;
- матеріали, які потребують часткового захисту – наприклад, утеплювач, який слід зберігати під навісами або у тимчасових укриттях.

Розрахунок площі кожного типу складу виконано з урахуванням обсягів постачання, частоти використання матеріалів та тривалості їх перебування на майданчику. Нормативи площі зберігання визначалися на підставі укрупнених показників з урахуванням коефіцієнтів заповнення територій.

Організація складських приміщень відповідає таким критеріям:

- розміщення в межах досяжності монтажних механізмів;
- чітке зонування території для уникнення перехрещення потоків транспорту й матеріалів;
- наявність проїздів і підходів для розвантаження, навантаження та внутрішнього переміщення ресурсів;
- мінімальна відстань до зон виконання робіт для зменшення витрат часу й ресурсів на транспортування.

На основі виконаних розрахунків (табл. 3.2) передбачено загальну площу складських зон у 392 м<sup>2</sup>, включаючи площі для тимчасового зберігання сипучих матеріалів, палетованих вантажів і контейнерів. Таке рішення забезпечує необхідний рівень логістичної ефективності та відповідає організаційним вимогам до розміщення ресурсів на об'єкті.

Таблиця 3.2 – Розрахунок площі складських приміщень на будмайданчику

Конструкції, матеріали	Одиниця виміру	Загальна потреба, Qзаг	Тривалість укладки, Т, дні	Найбільша добова витрата	Запас в днях, n	Коеф. нерівності постачання, α	Коеф. нерівном. витрат k	Норма складув. на 1 м2, q	Коеф. викор. площі складу, β	Характеристика складу	Запас на складі, Qзап	Корисна площа складу F, м2	Повна площа складу S, м2
Арматура для з/б монолітних конструкцій	т	94.94	54	1.74	6	1.1	1.2	1.5	0.5	Навіс	13.78	9.2	18.4
Металопрофіль	м	1250.0	25	48.0	2	1.1	1.2	5.0	0.8	Навіс	126.72	25.3	31.6
Покрівельні ізоляційні матеріали	м2	1643.63	2	824.54	1	1.1	1.2	10.5	0.8	Навіс	1041.03	103.9	129.8
Пісок, щебінь	м3	65.45	1	65.45	1	1.1	1.2	1.6	0.6	Відкр.	85.39	54.0	90.0
Плити мінераловатні	м3	2881.26	74	38.94	2	1.1	1.2	1.0	0.8	Навіс	132.8	102.8	128.5
Дверні блоки	м2	301.34	9	33.43	3	1.1	1.2	2.0	0.7	Навіс	142.38	66.2	94.5
Віконні блоки	м2	750.45	11	68.45	3	1.1	1.2	2.0	0.8	Навіс	281.06	135.5	169.3
Газоблоки	м3	440.43	82	5.37	3	1.1	1.2	0.7	0.8	Відкр.	21.57	30.4	38.0
Керамічна плитка	м2	2916.87	46	63.46	3	1.1	1.2	15.0	0.8	Закр.	251.3	16.8	21.0
Ламінат	м2	4713.53	11	428.55	3	1.1	1.2	15.0	0.8	Закр.	1687.06	113.1	141.3
Фарби та ґрунтовки	кг	350.65	5	6.56	3	1.1	1.2	2.5	0.65	Закр.	26.98	10.4	16.0
Цемент	т	45.0	20	2.25	3	1.1	1.2	1.3	0.75	Навіс	8.81	6.9	9.2
Гіпсокартон	м2	600.0	15	40.0	2	1.1	1.2	3.0	0.75	Закр.	115.6	35.2	46.9
Утеплювач фасадний	м3	280.0	40	7.0	2	1.1	1.2	1.0	0.8	Навіс	19.48	18.5	23.1

### 3.5.3 Заходи з охорони праці та пожежної безпеки

Організація будівельного майданчика повинна відповідати вимогам безпеки праці та протипожежного захисту. На всіх етапах виконання будівельно-монтажних робіт необхідно передбачити комплекс заходів, спрямованих на зниження рівня професійного ризику, забезпечення захисту здоров'я та життя працівників, а також запобігання надзвичайним ситуаціям, пов'язаним із вогнем.

Відповідно до нормативно-правових документів [20 – 22], на будівництві обов'язковими є такі заходи:

- облаштування зон безпечної праці, з чітко розмежованими проїздами для техніки, пішохідними проходами та охоронними зонами;
- огороження небезпечних зон, зокрема в місцях ведення висотних робіт, переміщення вантажів краном або зберігання важких конструкцій;
- систематичне інструктування працівників щодо безпечних методів виконання робіт, використання засобів індивідуального захисту;
- забезпечення першої медичної допомоги через наявність аптечок та місць тимчасового укриття;
- освітлення робочих зон, зокрема в темний період доби, відповідно до гігієнічних нормативів.

З метою попередження виникнення пожеж на будівельному майданчику передбачено такі заходи:

- забезпечення протипожежним інвентарем, зокрема вогнегасниками, пожежними щитами, ємностями з водою або піском;
- організація системи протипожежного водопостачання з гідрантами або тимчасовими резервуарами;
- встановлення заборонних знаків і табличок, що попереджають про заборону використання відкритого вогню, паління або зберігання легкозаймистих речовин;
- розміщення евакуаційних шляхів і виходів, що відповідають вимогам пожежної безпеки.

## 4 ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА

### 4.1 Пояснювальна записка до економічної частини проекту

Економічна частина проекту виконує ключову функцію в обґрунтуванні доцільності реалізації будівництва, визначенні витрат і оцінці ефективності інвестицій. Вона ґрунтується на результатах технічної частини проекту, зокрема обсягів робіт, календарного плану та організаційно-технологічних рішень, і включає деталізований аналіз витрат на всіх етапах будівельного процесу.

Основними завданнями економічної частини є: розрахунок вартості будівельно-монтажних робіт (БМР) відповідно до фактичних обсягів; формування локального кошторису з використанням актуальних ресурсних норм та поточних цін; оцінка потреби у матеріально-технічних і трудових ресурсах; визначення економічної доцільності реалізації проекту.

Розрахунки здійснюються за допомогою програмного забезпечення АВК-5, що дозволяє точно визначити кошторисну вартість кожного виду робіт із урахуванням специфіки конструктивних рішень та особливостей організації будівництва. Усі вхідні дані, використані для обчислень, відповідають чинним нормативно-правовим документам, зокрема настановам Мінрегіону, а також актуальним показникам цін на ресурси, заробітну плату та машино-години.

На основі кошторисних даних здійснюється аналіз економічної ефективності, включаючи обчислення показників вартості 1 м<sup>2</sup> площі будівлі, питомої вартості конструктивних елементів та техніко-економічних характеристик. Ці дані є основою для подальшого прийняття рішень щодо доопрацювання проектних рішень або оптимізації будівельного процесу.

На основі структури робіт і переліку, було складено локальний кошторис на загальнобудівельні роботи для каркасно-монолітної житлової будівлі у м. Житомир.

Загальна кошторисна вартість робіт склала 52202 тис. грн.

Кошторисна трудомісткість становила 685,24 тис. люд.-год.

Кошторисна заробітна плата у сумі 7829,34 тис. грн.

## 4.2 Локальний кошторис на загальнобудівельні роботи

Локальний кошторис є одним з основних документів, який визначає кошторисну вартість будівельно-монтажних робіт, передбачених проектом. Для об'єктивного та точного розрахунку вартості робіт на всіх етапах будівництва застосовано спеціалізоване програмне забезпечення – АВК-5, що відповідає чинним державним нормативам та стандартам у сфері кошторисного ціноутворення.

Формування локального кошторису виконано на основі об'ємів робіт, визначених у розділі «Технологія та організація будівництва». Враховано обсяги земляних робіт, улаштування фундаментів, зведення стін, монтаж перекриттів, опоряджувальні роботи тощо. Всі розрахунки базуються на ресурсному методі, що дозволяє деталізовано оцінити трудомісткість, матеріальні ресурси, використання машин і механізмів.

До складу кошторису включено:

- ресурси праці (кількість людино-годин, розрядність, вартість праці);
- матеріали та вироби, їхня кількість і ціна;
- експлуатація будівельних машин;
- транспортні витрати;
- накладні витрати та кошторисний прибуток, визначені згідно з нормативами.

Вартісні показники кожного виду робіт наведено з урахуванням поточних цін на матеріали, енергоносії, техніку та заробітну плату. Особлива увага приділялася точності групування робіт відповідно до послідовності їх виконання та структурно-функціональних характеристик об'єкта будівництва.

Розроблений локальний кошторис на загальнобудівельні роботи наведено у додатку.

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Реалізація будь-якого будівельного проекту має базуватись не лише на економічній доцільності та технічній ефективності, але й на дотриманні вимог безпеки праці, охорони здоров'я та захисту довкілля [20, 22]. Комплексне врахування зазначених аспектів підвищує якість проекту та забезпечує його відповідність сучасним вимогам.

У процесі розробки та реалізації будівництва об'єкта виникають численні потенційні небезпеки, які можуть вплинути на життя та здоров'я працівників. До них належать: падіння з висоти, ураження струмом, вплив пилу, шуму, вібрацій, ризик пожежі та вибуху, обвал конструкцій тощо. Тому на стадії проектування необхідно передбачити інженерно-технічні заходи, спрямовані на запобігання або мінімізацію дії небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

При оцінці об'єкта будівництва з позицій безпеки праці слід враховувати як стадію виконання робіт, так і подальшу експлуатацію будівлі. Особливу увагу необхідно приділити організації будівельного майданчика: наявності огорожень, попереджувальних знаків, освітлення, безпечних проходів і підходів до робочих зон, шляхів евакуації. Важливими є також забезпечення засобів колективного і індивідуального захисту, системи протипожежного захисту, доступу до медичної допомоги.

Організація робочих місць повинна відповідати чинним нормативним документам, зокрема [18, 20]. Забезпечення нормативних рівнів шуму, освітлення, температури та вологості є обов'язковим для створення безпечних та комфортних умов праці.

З метою забезпечення виробничої санітарії необхідно передбачити побутові приміщення для працівників: гардеробні, душові, їдальні, місця для зберігання інструментів. Вентиляція повинна забезпечувати постійний приплив свіжого повітря в робочі зони. Також необхідно організувати вивезення сміття, побутових і виробничих відходів з дотриманням санітарно-гігієнічних вимог.

Пожежна безпека – одна з головних складових охорони праці. Територія будівельного майданчика має бути оснащена первинними засобами пожежогасіння

– вогнегасниками, пожежними щитами, піском та водою. Повинна бути розроблена схема евакуації працівників у разі виникнення пожежі. Усі об'єкти електроживлення, паливні матеріали, легкозаймисті речовини повинні зберігатися з дотриманням протипожежних відстаней та умов.

Заходи з охорони навколишнього природного середовища передбачають раціональне використання ресурсів (води, електроенергії), уникнення забруднення ґрунтів та водойм, встановлення захисних смуг для запобігання розповсюдженню пилу. Особлива увага приділяється правильному складуванню та утилізації будівельних відходів.

У межах техніки безпеки також передбачається навчання та інструктаж працівників. До початку робіт кожен працівник має пройти вступний та первинний інструктажі з охорони праці, а також повторні інструктажі на робочому місці відповідно до вимог законодавства.

Розроблені заходи спрямовані на запобігання виробничому травматизму, зниження рівня професійних захворювань, підвищення продуктивності праці та створення сприятливого мікроклімату на будівельному майданчику. Вони є невід'ємною частиною загальної системи управління безпекою у будівництві та засвідчують відповідальне ставлення до соціальних і правових аспектів діяльності.

## ВИСНОВКИ

У процесі виконання випускної кваліфікаційної роботи було розроблено проект житлової будівлі з урахуванням архітектурно-планувальних, конструктивних, технологічних, економічних і безпекових аспектів, що повністю відповідає вимогам сучасного проектування.

1. Архітектурно-будівельна частина містить обґрунтоване об'ємно-планувальне рішення з урахуванням функціонального зонування приміщень, сучасних вимог до комфорту, інсоляції та енергозбереження. Обрані конструктивні рішення відповідають вимогам чинних норм, забезпечують надійність, довговічність та технологічність зведення будівлі. Інженерні мережі запроектовано з урахуванням раціонального розміщення обладнання та сучасних вимог до енергоефективності.

2. У розрахунково-конструктивній частині виконано обґрунтування вибору типу конструктивної системи – монолітний залізобетонний каркас. Виконано детальне проектування несучих елементів каркасу за допомогою ПК МОНОМАХ-САПР, зокрема: фундаментної плити, вертикальних конструкцій (стіни, колони). Проведені розрахунки підтверджують відповідність конструкцій вимогам міцності, жорсткості та стійкості.

3. У розділі технології та організації будівництва визначено номенклатуру і об'єми робіт, розроблено методика їх виконання, здійснено підбір монтажного крану з урахуванням вантажопідйомності та радіусу дії. Складено календарний план виконання робіт. Запроектовано будівельний генеральний план об'єкта з урахуванням вимог безпеки, раціонального переміщення матеріалів та зменшення витрат на тимчасову інфраструктуру.

4. Економічна частина включає локальний кошторис на загальнобудівельні роботи, складений із використанням програмного комплексу АВК-5. Обґрунтовано економічну доцільність запроектованих рішень і визначено основні показники вартості реалізації проекту.

5. У розділі охорони праці розглянуто потенційні небезпеки, що можуть виникати під час виконання будівельно-монтажних робіт. Запропоновано

інженерно-технічні заходи з підвищення рівня безпеки, дотримання санітарно-гігієнічних норм, протипожежної безпеки та охорони навколишнього середовища.

Загалом, поставлені в роботі мета та завдання виконані на належному рівні. Проектна частина відповідає чинним будівельним нормам і сучасним вимогам до енергоефективності, технологічності та безпеки будівництва. Робота є актуальною з огляду на потребу у якісному житловому будівництві та впровадженні сучасних цифрових інструментів у проектну практику. Виконані розрахунки, інженерні рішення й організаційно-технологічні заходи свідчать про ґрунтовність опрацювання теми та комплексний підхід до проектування об'єктів цивільного призначення.

Отримані результати можуть бути використані як основа для подальших досліджень у напрямках оптимізації енергоефективності житлових будівель, впровадження BIM-технологій на всіх етапах життєвого циклу об'єкта, а також автоматизації будівельного виробництва.

## 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. Багатопверхові 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.

