

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
Факультет (ННІ) Конструювання та дизайну
Кафедра будівництва

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
рішенням кафедри будівництва
(протокол № __, від __.06.2026р.)
завідувач кафедри будівництва,
д.т.н., професор
_____ Ігор ЯКОВЕНКО
."__"_____ 2026 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «Проектування висотного житлового будинку із залізобетонним
каркасом та ядрами жорсткості у місті Київ»**

Спеціальність 192 – будівництво та цивільна інженерія
(код і назва)

Гарант освітньої програми

_____ Євген ДМИТРЕНКО
(кандидат технічних наук, доцент) (підпис) (ПІБ)
(науковий ступінь та вчене звання)

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи:

_____ Микола МАР'ЄНКОВ
(д.т.н., проф.) (підпис) (ПІБ)
(науковий ступінь та вчене звання)

допускається до захисту/не допускається до захисту»

Виконав: студент

_____ Максим КОПЕЛЬ
(підпис) (ПІБ студента)

Рецензент:

_____ (науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

_____ «підпис» _____ «оцінка»

м. Київ 2026 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет (ННІ) Конструювання та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

завідувач кафедри будівництва,

Д.Т.Н., професор Ігор ЯКОВЕНКО
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)

«25» березня 2026р.

З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ БАКАЛАВРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ

Копелю Максиму Івановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(код і назва) (назва)

Програма підготовки освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема дипломного проєкту затверджена наказом проректора з науково-педагогічної роботи та цифрової трансформації НУБіП України від «24» березня 2026 р. № 839
«С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2026, червень, 01
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи: геологічні умови майданчика будівництва, природно-кліматичні умови відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010, навантаження та вплив згідно ДБН В.1.2-2:2006.

Бакалаврська кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки, 7 листів формату А1 та використаних джерел літератури 26 найменувань.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

Розділ 1. Архітектурна частина
Розділ 2. Розрахунково-конструктивний розділ
Розділ 3. Основи і фундаменти
Розділ 4. Технологія будівельного виробництва
Розділ 5. Організація будівництва
Висновки
Перелік використаної літератури
Додатки

Перелік графічного матеріалу (обов'язкові креслення):

Аркуш 1, 2 | Архітектурна частина: фасад, розрізи, вузли, план.

Аркуш 3.	<i>Розрахунково-конструктивна частина: залізобетонна багатопустотна плита перекриття ПК63-15, перемичка</i>
Аркуш 4.	<i>Технологічно-будівельна частина. Техкарта на монтаж збірних фундаментних плит</i>
Аркуш 5.	<i>Організаційно-будівельна частина. Будгенплан.</i>
Аркуш 6.	<i>Організаційно-будівельна частина. Календарний графік. Відомість витрат. Графік руху робочої сили.</i>

Строки виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи

Найменування етапу дипломного проєкту	Строк виконання етапу	Відмітка про виконання
<i>Збір, аналіз та обґрунтування вихідних матеріалів для проєкту</i>	<i>25.03.26 – 06.04.26</i>	
<i>Написання та наповнення частин пояснювальної записки</i>	<i>06.04.26 – 04.05.26</i>	
<i>Виконання графічної частини дипломного проєкту</i>	<i>04.05.26 – 29.05.26</i>	

Дата видачі завдання «25» березня 2026 р.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

д.т.н., проф.
(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Микола МАР'ЄНКОВ
(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

Максим КОПЕЛЬ

(ПІБ студента)

РЕФЕРАТ

Бакалаврська кваліфікаційна робота на тему: «Проектування висотного житлового будинку із залізобетонним каркасом та ядрами жорсткості у місті Київ».

Пояснювальна записка містить 99 сторінок, 20 рисунків, 34 таблиці, 32 використаних джерела та 7 аркушів креслень формату А1.

У бакалаврській кваліфікаційній роботі виконано проектування висотного житлового будинку із залізобетонним каркасом та ядрами жорсткості у місті Київ. Розроблено архітектурно-планувальні, конструктивні, технологічні та організаційні рішення відповідно до чинних будівельних норм України.

В архітектурному розділі наведено характеристику району будівництва та земельної ділянки, розглянуто генеральний план, об'ємно-планувальні та конструктивні рішення будівлі. Описано внутрішнє й зовнішнє опорядження, інженерне забезпечення будинку, благоустрій території, а також основні техніко-економічні показники проєкту.

У розрахунково-конструктивному розділі виконано збір постійних, тимчасових, снігових і вітрових навантажень, сформовано просторову розрахункову схему будівлі в програмному комплексі «ЛИРА». Проаналізовано напружено-деформований стан елементів монолітного залізобетонного каркасу, плит перекриття, колон та елементів жорсткості. Виконано конструювання монолітної плити перекриття з урахуванням вимог чинних нормативних документів.

У розділі «Основи і фундаменти» виконано аналіз інженерно-геологічних умов будівельного майданчика, розглянуто варіанти фундаментів мілкового закладання та пальового фундаменту. Проведено техніко-економічне порівняння варіантів і виконано розрахунок ростверку пальового фундаменту для забезпечення надійної роботи основи будівлі.

У розділі «Технологія будівельного виробництва» розроблено технологічні рішення щодо зведення монолітного залізобетонного каркасу будівлі та влаштування покрівлі. Визначено обсяги робіт, підібрано основні механізми,

складено калькуляцію працевитрат і наведено вимоги до якості виконання робіт та техніки безпеки.

У розділі «Організація будівництва» розроблено календарний графік виконання робіт, будівельний генеральний план, рішення щодо тимчасового електропостачання, водозабезпечення, складування матеріалів і організації будівельного майданчика. Наведено основні техніко-економічні показники проєкту.

Графічна частина містить архітектурні креслення житлового будинку, конструктивні схеми, результати розрахунку та конструювання елементів монолітного залізобетонного каркасу, технологічні карти, будівельний генеральний план і календарний графік виконання робіт.

Ключові слова: проєктування, висотний житловий будинок, монолітний залізобетонний каркас, ядра жорсткості, діафрагми жорсткості, плита перекриття, колони, пальовий фундамент, ростверк, просторовий розрахунок, програмний комплекс «ЛИРА», технологія будівництва, будівельний генеральний план, організація будівництва.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	9
1. АРХІТЕКТУРНИЙ РОЗДІЛ.....	11
1.1. Загальні дані	11
1.2. Генеральний план	11
1.2.1 Характеристика ділянки	13
1.2.2 Інженерні мережі, благоустрій, озеленення території	14
1.3. Об'ємно-планувальні рішення	15
1.4. Конструктивні рішення.....	15
1.5. Внутрішнє опорядження приміщень	18
1.6. Санітарно-технічна частина.....	22
2. РОЗРАХУНКОВО – КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ.....	24
2.1. Розрахунок монолітного каркасу будівлі в середовищі програмного комплексу «ЛИРА».....	24
2.1.1 Визначення величин навантажень та впливів	24
2.2. Характеристика розрахункової схеми	28
2.2.1 Аналіз максимальних переміщень вузлів розрахункової схеми	30
2.3. Аналіз напружено-деформованого стану плитних та стержневих елементів.....	33
2.3.1 Конструювання монолітної плити перекриття першого поверху	37
3. ОСНОВИ І ФУНДАМЕНТИ.....	39
3.1. Інженерно-геологічні умови будівельного майданчика	39
3.2. Проектування фундаменту у варіанті мілкого закладання	41
3.2.1 Вибір глибини закладання фундаменту.....	41
3.2.2 Визначення розмірів підшви фундаменту	42
3.2.3 Визначення осадки фундаменту	45
3.3. Проектування фундаменту у варіанті забивних паль	47
3.4. Техніко-економічне порівняння варіантів фундаментів	55
3.5. Розрахунки ростверку	57
3.5.1 Розрахунок міцності ростверку пальового фундаменту	57
3.5.2 Розрахунок ростверка на продавлювання крайньою палею	58
3.5.3 Розрахунок ростверка на згин.....	59

3.5.4 Перевірка міцності похилих перерізів ростверка на згинаючий момент і розрахунок на місцевий згин	60
4. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА	61
4.1. Технологічна карта на зведення каркасу.....	61
4.1.1 Вихідні дані.....	61
4.1.2 Визначення об'ємів робіт	61
4.1.3 Калькуляція працевитрат та заробітної плати.....	65
4.1.4 Вибір оптимальної технології виконання БМР	65
4.1.5 ТЕП проекту.....	67
4.2. Технологічна карта на влаштування покрівлі	67
4.2.1 Область застосування та склад робіт	67
4.2.2 Вказівки до виконання робіт.....	68
4.2.3 ТЕП	69
5. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА	70
5.1. Загальні положення	70
5.2. Проектування і розрахунок календарного графіка виконання робіт	71
5.3. Будівельно-монтажні роботи.....	76
5.4. Проектування будгенплану	76
5.5. Розрахунок площі відкритих і закритих складів для будівельних конструкцій, матеріалів і деталей	78
5.6. Проектування та розрахунок мереж тимчасового електропостачання будівельного майданчика.....	79
5.7. Проектування та розрахунок мереж тимчасового водозабезпечення будівництва.....	80
5.8. Техніко-економічні показники проекту	81
ВИСНОВКИ.....	83
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	85
ДОДАТКИ.....	89

ВСТУП

Житлове будівництво є одним із провідних напрямів розвитку сучасної будівельної галузі, оскільки воно безпосередньо пов'язане із забезпеченням населення комфортним, безпечним та довговічним житлом. Особливо актуальним це питання є для великих міст, зокрема для міста Києва, де спостерігається висока щільність забудови, обмеженість вільних територій та потреба у раціональному використанні міського простору.

Одним із ефективних шляхів вирішення проблеми забезпечення житлом є проєктування багатоповерхових житлових будинків із застосуванням сучасних конструктивних систем. Такі будівлі повинні відповідати вимогам міцності, стійкості, надійності, енергоефективності, пожежної безпеки, санітарно-гігієнічних норм та забезпечувати належні умови проживання людей протягом усього розрахункового строку експлуатації.

У сучасному житловому будівництві широкого застосування набули монолітні залізобетонні каркасні системи. Їх використання дає змогу створювати раціональні об'ємно-планувальні рішення, забезпечувати необхідну просторову жорсткість будівлі, підвищувати несучу здатність основних конструктивних елементів та ефективно сприймати вертикальні й горизонтальні навантаження. Для багатоповерхових будинків важливе значення має робота ядер і діафрагм жорсткості, які забезпечують стійкість споруди під дією вітрових навантажень та інших зовнішніх впливів.

Проєктування висотного житлового будинку потребує комплексного підходу, що поєднує архітектурно-планувальні, конструктивні, технологічні та організаційні рішення. При цьому необхідно враховувати природно-кліматичні умови району будівництва, інженерно-геологічні характеристики майданчика, вимоги до благоустрою території, транспортного та пішохідного обслуговування, інженерного забезпечення, а також умов безпечної експлуатації будівлі.

Тема даної бакалаврської кваліфікаційної роботи є актуальною, оскільки спрямована на розроблення сучасного житлового об'єкта з використанням ефективної конструктивної схеми та раціональних будівельно-технологічних рішень.

Метою роботи є розроблення основних проєктних рішень для висотного житлового будинку із монолітним залізобетонним каркасом та ядрами жорсткості з урахуванням чинних будівельних норм України, умов будівельного майданчика та вимог до надійності, безпеки й довговічності споруди.

Дана бакалаврська кваліфікаційна робота охоплює основні етапи проєктування житлової багатоповерхової будівлі — від архітектурно-планувального вирішення до конструктивного розрахунку, проєктування фундаментів, технології зведення та організації будівництва. Розроблені рішення спрямовані на забезпечення надійності, безпечності, функціональності та довговічності житлового будинку.

1. АРХІТЕКТУРНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Загальні дані

Каркасно-монолітний багатопверховий житловий будинок проектується у м. Київ в Дарницькому районі. Розробка проекту індивідуальна.

Стадійність проектування – двостадійне. 1 стадія - "Проект".

Характер будівництва - нове.

Межі території обумовлені:

з півночі - внутрішньо квартальний проїзд

зі сходу - вулиця Бориса Гмирі

з півдня - адміністративна забудова

з заходу - адміністративна забудова

Кліматологічні умови будівництва:

- Проектний термін експлуатації будівлі 100 років

Глибина промерзання ґрунту - 0,8 м

Граничне значення снігового навантаження – 0,163 т/м²

Характеристичне значення вітрового тиску – 0,051 т/м²

Розрахункова зимова температура - -21°C

Літня розрахункова температура для вентиляції - +23°C

Зимова розрахункова температура для вентиляції - -10°C

Тривалість опалювального періоду - 189 днів.

1.2. Генеральний план

Будівля розміщена головним фасадом до вулиці Бориса Гмирі. Відстань між будинками та спорудами прийнятих з дотриманням санітарних та протипожежних норм.

Техніко-економічні показники будівлі наведені в табл.. 1.1

Таблиця 1.1 – Техніко економічні показники

№	Найменування	Кількість	Примітки
1	Загальна кількість квартир в будинку	109	
1-2	однокімнатних	25	
1-3	двокімнатних	35	
1-4	трикімнатних	40	
1-5	чотирикімнатних	9	
2	Площа будинку	614,17	
3	Загальна площа квартир в будинку	12503,36	
4	Площа забудови		
5	Площа ділянки		
6	Загальний будівельний об'єм	25419,24	
7	Площа вбудовано-прибудованих приміщень		
8	Кількість робочих місць		

Проект вертикального планування ділянки зроблений з максимальним збереженням існуючого рельєфу, відведення поверхневих вод передбачено відкритого типу і здійснюється з планованими площадками, лотками, утвореними проїзною частиною та бортами.

Для збереження санітарно-гігієнічних вимог, а також нормального руху транспортних засобів передбачається влаштування асфальтобетонного покриття на проїздах. Для переміщення людей навколо будівлі передбачено алеї для відпочинку.

1.2.1 Характеристика ділянки

Земельна ділянка дванадцятиповерхового будинку у м. Києві Дарницькому районі відведена під забудову, обмежена існуючими житловими дев'яти та шістнадцяти поверховими будинками.

Площадка межує: з півночі – внутрішньо кварталний проїзд, з півдня та заходу – адміністративна забудова, зі сходу – вулиця Бориса Гмирі.

Інженерні мережі, що перетинають ділянку підлягають перенесенню до початку виконання робіт.

Загальна площа відведеної території - 8600 м². Рельєф площадки спокійний з перепадом висотних відміток - 2,0 м. В абсолютному значенні відмітки коливаються від 267,20 м до 269,20 м.

Планування, забудова і організація рельєфу площадки.

Визначальними факторами розробки генерального плану, дванадцятиповерхового будинку що проектується у м. Києві є: врахування існуючої ситуації забудови, конфігурації ділянки, санітарні та природоохоронні вимоги, транспортні зв'язки. Головний фасад проектуємої 12-ти поверхової будівлі комплексу (№ 1) орієнтований на вул. Бориса Гмирі, що зумовлює благоприємний підхід до нього з центральної частини міста. Для максимального використання існуючої ділянки під забудову, будівлю комплексу запроектовано з підвальним поверхом.

У проекті прийнята суцільна система вертикального планування в погодженості з існуючим рельєфом. Всі відмітки існуючого рельєфу збережені. Відведення дощових вод здійснюється по лоткам існуючих автодоріг на рельєф. Транспортне та протипожежне обслуговування проектуємої будівлі здійснюється по існуючим дорогам під'їздам. Для збору сміття використовується існуючий майданчик контейнерів для сміття.

Таблиця 1.2 – Відомість автодоріг, проїздів, площадок, тротуарів

Найменування	Довжина, м	Ширина, м	Площа покриття, м ²	Тип покриття	Бортовий камінь	
					Тип	К-сть
Основний проїзд	34.0	5.5 3.5	640	I	Бр100/Бк 100 30.15/30.18.5	146/60
Автостоянка			116	I	Бр100/Бк 100 30.15/30.18.5	20/12
Пішохідні доріжки		1.5	548	II	Бр 100.20.8	236
Тротуари	22	4.5	100	II	Бр 100.20.8	43
Тротуари (плит.)			1302	III	Бр 100.20.8	70

1.2.2 Інженерні мережі, благоустрій, озеленення території

Інженерні мережі і комунікації запроектовані згідно з технічними умовами з використанням матеріалів інженерних вишукувань і прийнятих рішень генерального плану.

Мережі каналізації, водопостачання, газопостачання, електропостачання запроектовані підземними в траншеях. Існуючі мережі водопостачання, що перетинають ділянку проектуемого комплексу, підлягають перенесенню до початку виконання робіт. З метою взаємної ув'язки і обґрунтування розривів між мережами та спорудами розроблено зведений план інженерних мереж

Проектом передбачений комплекс заходів по благоустрою та озелененню території. На території забудови розміщені також майданчики для відпочинку (табл.. 1.3).

Таблиця 1.3 – Експлікація майданчиків

№	Найменування майданчиків	К-сть	Примітки
I	Дитячі майданчики	-	
II	Майданчики для відпочинку дорослих	2	
III	Майданчики для господарчих цілей	1	
IV	Майданчики для сушіння білизни	-	Використ.літн. приміщен.ж/пл

V	Стоянки автомобілів	1	
VI	Майданчики для сміттєзбірників	-	

1.3. Об'ємно-планувальні рішення

Будівля має один головний вхід з вул. Бориса Гмирі, та один пожежний вихід з сходової клітки з тильного фасаду будівлі. Зв'язок між поверхами здійснюється через одну сходову клітку та ліфт.

На першому поверсі розташовується магазин ексклюзивного верхнього одягу. Також на першому поверсі передбачено кімнату персоналу, С/В, допоміжне приміщення та електрощитові для усього будинку.

На другому та інших поверхах розташовані житлові квартири.

Таблиця 1.4 – Експлуатація будівель та споруд

№	Найменування будівлі (споруди)	Поверхи	Площа забудови, м ²	Примітки
1	Житловий будинок на 109 квартир з вбудовано-прибудованим прим.	7-12	12,650	Розроблено в ДП
2	Житловий будинок	7-9	2120	Проект конструкт. забудови
4	Житловий будинок	5-9	1500	Проект конструкт. забудови
6	Житловий будинок	7-8	3150	Раніше заprojekt.
9	РП	-		Раніше
10	УГР 2- х50	-		Проект
12	Декоративний басейн з фонтаном	-	25	Проект індивід.

1.4. Конструктивні рішення

Проектований будинок за конструктивною схемою є: каркасною спорудою. Загальна просторова жорсткість забезпечується повздовжніми та поперечними стінами, дисками монолітних перекриттів монолітно зв'язаних з монолітними залізобетонними колонами.

Проектом передбачається:

фундаменти - монолітна залізобетонна плита з обпиранням на шар ґрунту ИГЕ-3 згідно звіту про інженерно-геологічні вишукування МПВП "Інж-Агро" виконаних в січні 2006 р;

стіни підвалу - з монолітного залізобетону;

зовнішні стіни – з пінобетонних блоків;

перекриття та колони - з монолітного залізобетону;

сходові марші та площадки - збірні залізобетонні за серією 1.251.1-4

перемички - брускові, залізобетонні за серією 1.038.1-10

покриття - вимощення - асфальтобетон по периметру будівлі.

Таблиця 1.5 – Відомість прорізів в кладці

Марка поз.	Розміри прорізів в кладці В x h, мм	Примітки
В-1	1500 x 1500	
В-2	1600 x 1500	
В-3	1200 x 1000	
В-4	2000 x 1800	
В-5	1500 x 1200	
В-6	1600 x 1400	
В-7	1630 x 1500	
В-8	1600 x 1600	
В-9	1970 x 1800	
В-10	2000 x 1900	
Д-1	1900 x 2400	
Д-2	900 x 2100	
Д-3	1300 x 2200	
Д-4	1200 x 2100	
Д-5	1000 x 2200	
Д-6	900 x 2100	
Д-7	910 x 2100	арка

Д-8	1100 x 2100	арка
Д-9	1000 x 2100	
Д-10	1100 x 2000	

Таблиця 1.6 – Специфікація металопластикових виробів

Марка поз.	Розміри прорізів в кладці В x h, мм	Примітки
В-1	1450 x 1450	Металопластик з подвійним склопакетом
В-2	1550 x 1450	Металопластик з подвійним склопакетом
В-3	1150 x 950	Металопластик з подвійним склопакетом
В-4	1950 x 1750	Металопластик з подвійним склопакетом
В-5	1450 x 1150	Металопластик з подвійним склопакетом
В-6	1550 x 1350	Металопластик з подвійним склопакетом
В-7	1580 x 1450	Металопластик з подвійним склопакетом
В-8	1550 x 1550	Металопластик з подвійним склопакетом
В-9	1920 x 1750	Металопластик з подвійним склопакетом
В-10	1950 x 1850	Металопластик з подвійним склопакетом
Д-1	1850 x 2350	Металопластик з подвійним склопакетом
Д-2	850 x 2050	Металопластик з подвійним склопакетом
Д-3	1250 x 2150	Металопластик з подвійним склопакетом
Д-4	1150 x 2050	Металопластик з подвійним склопакетом
Д-5	950 x 2150	Металопластик з подвійним склопакетом
Д-6	850 x 2050	Металопластик з подвійним склопакетом
Д-7	880 x 2050	Арка
Д-8	1050 x 2050	Арка

Д-9	950 x 2050	Металопластик з подвійним склопакетом
Д-10	1050 x 1950	Металопластик з подвійним склопакетом

1.5. Внутрішнє опорядження приміщень

Всі пінобетонні стіни та перегородки штукатуряться та шпаклюються по всій поверхні.

Теплотехнічний розрахунок повнотілої стіни з ефективним утеплювачем.

Вихідні дані:

Район будівництва — м. Київ

Згідно карти-схеми температурних зон м. Києві відноситься до 1-ї температурної зони. Нормоване значення опору теплопередачі для даної температурної зони $R^H = 3,3 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$.

Попередньо позначаємо конструкцію стіни, в залежності від конструктивних особливостей, навантаження на стіну, призначення стіни, матеріалу шарів.

Термічний опір шарів конструкції стіни дорівнює:

$$R_1 = \delta_1 / \lambda_1 = 0,015 / 1,28 = 0,012 \text{ м}^2\text{°C} / \text{Вт};$$

$$R_2 = \delta_2 / \lambda_2 = 0,01 / 0,93 = 0,011 \text{ м}^2\text{°C} / \text{Вт};$$

$$R_3 = \delta_3 / \lambda_3 = 0,12 / 0,81 = 0,15 \text{ м}^2\text{°C} / \text{Вт};$$

$$R_5 = \delta_5 / \lambda_5 = 0,25 / 0,81 = 0,31 \text{ м}^2\text{°C} / \text{Вт};$$

$$R_6 = \delta_6 / \lambda_6 = 0,02 / 0,93 = 0,022 \text{ м}^2\text{°C} / \text{Вт}.$$

де R – термічний опір однорідної конструкції, м; δ – товщина шару однорідної конструкції; λ – коефіцієнт теплопровідності Вт/м°С

Загальний опір теплопередачі конструкції знаходимо за формулою:

$$R_{\text{заг}} = 1 / \alpha_{\text{в}} + \sum R_i + 1 / \lambda_3,$$

де $\alpha_v=8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$ – коефіцієнт теплосприйняття внутрішньої поверхні огорожуючої конструкції; $\lambda_3 = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$ – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої конструкції.

В якості утеплювача приймаємо полістирол товщиною 110 мм з коефіцієнтом теплопровідності $\lambda = 0.039 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$.

Оскільки $R_{\phi}^3 = 3,475 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт} > R_3^{\text{норм}} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, то зовнішня стіна відповідає сучасним будівельним вимогам.

В усіх приміщеннях стіни фарбуються водоемульсійною фарбою. В торговельних залах 1-го поверху, планується підшивна стеля з гіпсокартону по металевому каркасу, яка шпаклюється та фарбується. На першому поверсі планується підшивна стеля .

В усіх інших приміщеннях стеля фарбується водоемульсійною фарбою.

В санвузлах - всі стіни облицовуються керамічною плиткою на всю висоту.

Підлоги - лінолеум, керамічна плитка, ламінована дошка.

Зовнішнє оздоблення фасадів.

Цоколь облицовується брекчією з рваного каменя – піщаник Шепетівського кар'єру - жовто-коричневого та жовто-рожевого кольорів з заповненням швів та їх розшивкою з додаванням чорного наповнювача.

Вікна, балконні двері - металопластикові білого кольору, які забезпечують опір теплопередачі $0,5 \text{ м}^2\text{°C}/\text{Вт}$.

Монолітні та збірні з.б. елементи - шпаклювання та покриття фасадною фарбою.

Таблиця 1.7 – Специфікація залізобетонних перемичок

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса од., кг.	Примітка
1	2	3	4	5	6
2ПБ16-1п	Серія 1.038.1-1 вип.1	Перемичка 2ПБ 13-1п	5	54	

2ПБ16-2п*	Серія 1.038.1-1 вип.1	Перемичка 2ПБ 16-2п	6	30	L=900
2ПБ16-2п	Серія 1.038.1-1 вип.1	Перемичка 2ПБ 16-2п	6	65	
3ПБ21-8п	Серія 1.038.1-1 вип.1	Перемичка 3ПБ 21-8п	1	137	
3ПБ30-8п	Серія 1.038.1-1 вип.1	Перемичка 3ПБ 30-8п	6	197	
3ПБ16-37п	Серія 1.038.1-1 вип.1	Перемичка 3ПБ 16-37п	8	102	
5ПБ21-27п	Серія 1.038.1-1 вип.1	Перемичка 5ПБ 21,27п	1	285	
3ПП30-10п	Серія 1.038.1-1 вип.2	Перемичка 3ПП 30-10п	1	230	
3ПБ18-8п	Серія 1.038.1-1 вип.1	Перемичка 3ПБ 18-8п	1	119	
3ПБ25-8п	Серія 1.038.1-1 вип.1	Перемичка 3ПБ 25-8п	1	162	
Сходові марші					
1.020-1	Серія ЛМ-28,12	Сходовий марш	24	1400	
1.020-1	Серія ЛМ-9,12	Сходовий марш	1	450	

Таблиця 1.8 – Відомість опорядження приміщень

Найменування або номер приміщення	Вид опорядження елементів інтер'єра			Примітка
	Стеля	Площа, м ²	Стіни або перегородки	
1	2	3	4	5
Магазин «Світ моди» (1)	Підвісний типу «ARMSTRONG»	172,65	Шпаклівка, пофарб. водоемульсійною фарбою	
Магазин «Продукти» (2)	Підвісний типу «ARMSTRONG»	84,44	Шпаклівка, пофарб. водоемульсійною фарбою	
Склад.(3)	Вапняне пофарбування	41,21	Якісна цементно-піщана штукатурка, вапняне пофарбування	
Однокімнатна квартира(4)	Шпаклівка, пофарб. водоемульсійною фарбою	55,97	Шпаклівка, пофарб. водоемульсійною фарбою, С/У глазурована керамічна плитка на всю висоту прим.	
Чотирикімнатна квартира(5)	Шпаклівка, пофарб. водоемульсійною фарбою	117,40	Шпаклівка, пофарб. водоемульсійною фарбою, С/У глазурована керамічна плитка на всю висоту прим.	
Трикімнатна квартира(6)	Шпаклівка, пофарб. водоемульсійною фарбою	94,15	Шпаклівка, пофарб. водоемульсійною фарбою, С/У глазурована керамічна плитка на всю висоту прим.	

Трикімнатна квартира (7)	Шпаклівка, пофарб. Водоемульсійною фарбою	82,57	Шпаклівка, пофарб. водоемульсійною фарбою, С/У глазурована керамічна плитка на всю висоту прим.	
Двокімнатна квартира(8)	Шпаклівка, пофарб. водоемульсійною фарбою	75,10	Шпаклівка, пофарб. водоемульсійною фарбою, С/У глазурована керамічна плитка на всю висоту прим.	
Коридор(9)	Якісна цементно-піщана штукатурка масляне пофарбування	49,12	Якісна цементно-піщана штукатурка масляне пофарбування	
Ліфтові приміщення(10)	Якісна цементно-піщана штукатурка	18,20	Вапняне пофарбування	

Таблиця 1.9 – Експлікація підлог

Назва або номер приміщень	Тип підлоги по проекту	Схема підлоги	Елементи підлоги і їх товщина	Площа підлоги, м ²
4,5,6,7,8	1		Лінолеум полівінілхлоридний на теплозвукоізоляційній підоснові ГОСТ 18108-80 – 3 мм. Прошарок із швидкотвердіючої мастики на водостійких в'язучих. Вирівнюючий шар цементно-піщаного розчину М150 – 20 мм. Підстилаючий шар з бетону класу В7,5 – 80 мм. Щебінь, втрамбований в ґрунт, крупністю 40-60 мм.	428,8
1,2,3,с/у	2		Плитка керамічна гладка ГОСТ 6787-80. Прошарок і заповнення швів з цементно-піщаного розчину марки М150 – 25 мм. П'ять шарів ізоли И-БД ГОСТ 10296-79 на гарячій бітумній мастиці МБК-Г-55 ГОСТ 2889-80 – 15 мм. Підстилаючий шар з бетону класу В7,5 – 80 мм. Щебінь крупністю 40-70 мм, втрамбований в ґрунт.	245,23
9	3		Мраморна крошка	49,12

1.6. Санітарно-технічна частина

Будівля обладнується системами господарсько-питного водопостачання, гарячого водопостачання, господарсько-побутової каналізації, внутрішнього водостоку, опалення, вентиляції та газопостачання.

Водопостачання будинку передбачено від існуючої водопровідної мережі діаметром 100 мм. Необхідний напір на вводі становить 22 м вод. ст. Облік витрати води здійснюється водоміром ЛВОК-20-01. Внутрішні мережі водопостачання виконуються з пластикових труб діаметром 15 мм. Гаряче водопостачання передбачається від дахової котельні.

Відведення побутових стічних вод від санітарно-технічного обладнання здійснюється до існуючої каналізаційної мережі діаметром 200 мм. Внутрішні каналізаційні мережі виконуються з пластикових труб діаметром 50–100 мм. Стічні води від мийок відводяться окремою мережею з подальшим підключенням до зовнішньої побутової каналізації.

Відведення дощових і талих вод з покрівлі передбачено організованим способом через зовнішні водостічні стояки. Випуск води здійснюється у лотки біля будівлі з урахуванням заходів, що запобігають розмиванню поверхні ґрунту.

Система опалення будинку запроектована для розрахункової температури зовнішнього повітря -21°C . Теплопостачання передбачено від дахової котельні з параметрами теплоносія $85\text{--}70^{\circ}\text{C}$. Система опалення прийнята поверхова, двотрубна, горизонтальна. Опалювальні прилади встановлюються відкрито під вікнами та біля стін.

Як опалювальні прилади прийнято сталеві пластинчасті радіатори «KORADO» типів 22K та 33K з боковим підключенням. Регулювання тепловіддачі здійснюється за допомогою радіаторних терморегуляторів RTD-T фірми «Danfoss». Для можливості відключення окремих приладів під час ремонтно-профілактичних робіт передбачено встановлення запірних клапанів типу RL V.

Газопостачання будівлі здійснюється від запроєктованої мережі газопроводу середнього тиску. Як паливо використовується природний газ. В опалювальному пункті передбачено встановлення одного котла «VITOROND-200» для потреб опалення, вентиляції та гарячого водопостачання. Котел постачається в заводській готовності та обладнується системою автоматики безпеки й регулювання, що забезпечує надійну та безпечну експлуатацію газового обладнання.

2. РОЗРАХУНКОВО – КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Розрахунок монолітного каркасу будівлі в середовищі програмного комплексу «ЛИРА»

Товщина безбалочної плити перекриття - 18 см, колони - 60 х 30 см.

Міцність, стійкість і просторова жорсткість каркасу забезпечується сумісною роботою перекриття та вертикальних конструкцій (колон та вертикальних діафрагм жорсткості). Перекриття розглядається як защемлене в місцях контакту з вертикальними елементами.

Вертикальними опорами будівлі є колони, та сходово-ліфтовий вузол. Колони запроектовано прямокутного перерізу з метою легкого бетонування.

Стіни сходово-ліфтових шахт - простягаються на всю висоту і являють собою вертикальний стовбур будівлі.

Розрахункова схема будівлі є комбінована, тобто розглядається як пластинчато-стержнева система. Для розрахунку такої схеми використовують метод скінчених елементів в переміщеннях, який лежить в основі програмного комплексу "ЛИРА".

У розрахунковій схемі стержневі елементи прийняті 10-го типу, який є універсальним типом стержневого елементу. Стержневими елементами будівлі є колони, всі решта елементів відносять до пластинчастих. В розрахунковій схемі такі елементи змодельовані 41, 42 та 44 типам. При цьому вважається, що ці елементи можуть працювати, як на згинання, так і на осьові зусилля, тобто вони працюють як оболонка.

2.1.1 Визначення величин навантажень та впливів

Кліматичні навантаження.

Навантаження від снігу:

Вага снігового килиму на 1 м^2 площі горизонтальної проекції для IV району, в якому знаходиться м. Київ, $S_0 = 1,36\text{ кПа} = 1360\text{ Н/м}^2$. Так як нахил схеми покрівлі $\alpha = 7^\circ < 25^\circ \rightarrow \mu = 1$.

$$S_m = \gamma_{fm} \cdot S_0 \cdot c = 1,36 \cdot 1,14 \cdot 1 = 1,55 \text{ (кН/м}^2\text{)}$$

$$S_e = \gamma_{fe} \cdot S_0 \cdot c = 1,36 \cdot 0,49 \cdot 1 = 0,67 \text{ (кН/м}^2\text{)}$$

$$\gamma_{fm}=1,14 \text{ (для 100 років): } \gamma_{fe}=0,49.$$

$$c=\mu \cdot c_e \cdot c_{alt}=1 \cdot 1 \cdot 1=1,$$

де c_e – коефіцієнт, що враховує режим експлуатації покрівлі, $c_e=1$.

Вітрові навантаження:

Граничне розрахункове значення:

$$W_m = W_0 \cdot \gamma_{fm} \cdot C;$$

де для 3-го вітрового району $W_0=0,50 \text{ кН/м}^2$.

$$\gamma_{fm}=1,14 \text{ (приймаємо термін експлуатації 100 років);}$$

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

$$C_{aer\ 1}=+0,8; C_{alt\ 2}=-0,6; C_{alt}=1; C_{rel}=1; C_{dir}=1; C_d=0,95.$$

Приймаємо тип місцевості-IV. Тоді, коефіцієнт збільшення швидкісного тиску вітру на висоті 5, 10 і 20 м дорівнює:

для частини будівлі висотою над поверхнею землі:

$$\text{-до 5м} - C_h=0,6;$$

$$\text{-до 10м} - C_h=1,0;$$

$$\text{-до 20м} - C_h=1,4;$$

$$\text{-до 40м} - C_h=1,95;$$

$$\text{-до 60м} - C_h=2,25;$$

$$\text{Отже, } c_5=+0,8 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95=+0,456; \quad c_5=-0,342;$$

$$c_{10}=0,8 \cdot 1,0 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95=+0,76; \quad c_{10}=-0,57;$$

$$c_{20}=0,8 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95=+1,064; \quad c_{20}=-0,798;$$

$$c_{40}=0,8 \cdot 1,95 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95=+1,482; \quad c_{40}=-1,112;$$

$$c_{60}=0,8 \cdot 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95=+1,71; \quad c_{60}=-1,28.$$

$$W_{m5} 00 \cdot 1,14 \cdot 0,456=+259,92 \text{ (Н/м}^2\text{);}$$

$$W_{m10} 00 \cdot 1,14 \cdot 0,76=+433,2 \text{ (Н/м}^2\text{);}$$

$$W_{m20} 00 \cdot 1,14 \cdot 1,064=+606,48 \text{ (Н/м}^2\text{);}$$

$$W_{m40} 00 \cdot 1,14 \cdot 1,482=+844,74 \text{ (Н/м}^2\text{);}$$

$$W_{m6} 500 \cdot 1,14 \cdot 1,71 = +974,7 \text{ (Н/м}^2\text{)}.$$

Відмітка 12 поверху будівлі $H=40,03\text{м}$.

$$\text{-на висоті } 40,03 \text{ м: } W_{T1} = 844,74 + [(974,7 + 844,74)/10] \cdot (40,03 - 40) = 903,4 \text{ (Н/м}^2\text{)}.$$

Змінне по висоті вітрове навантаження з навітренної сторони замінюють рівномірно розподіленим, еквівалентним по моменту в защемленні (по обрізу фундаменту).

$$W_H = (2 \times M_{act})/H_0^2 =$$

$$= \left\{ 2 \left[\begin{aligned} &\frac{259,92 \cdot 5^2}{2} + \frac{259,92 + 433,2}{2} (10 - 5) \left(\frac{10 - 5}{2} + 5 \right) + \right. \\ &+ \frac{433,2 + 606,48}{2} (20 - 10) \left(\frac{20 - 10}{2} + 10 \right) + \\ &+ \frac{606,48 + 844,74}{2} (40 - 20) \left(\frac{40 - 20}{2} + 20 \right) + \\ &\left. + \frac{844,74 + 903,4}{2} (40,03 - 40) \left(\frac{40,03 - 40}{2} + 10 \right) \right] \right\} / 40,03^2$$

$$= 661,8 \text{ (Н/м}^2\text{)}$$

На типовому поверсі:

$$W^+ = 661,8 \cdot 3 = 1985,4 \text{ Н/м} = 1,985 \text{ кН/м};$$

$$W^- = 0,6/0,8 \cdot 1985,4 = 1489 \text{ Н/м} = 1,489 \text{ кН/м};$$

$$\Sigma W = |W^+| + |W^-| = 1,985 + 1,489 = 3,47 \text{ кН/м}.$$

На останньому поверсі (на відмітці +39,600 перекриття):

$$W^+ = 661,8 \cdot 2,5 = 1654,5 \text{ Н/м} = 1,65 \text{ кН/м};$$

$$W^- = 0,6/0,8 \cdot 1654,5 = 1240,9 \text{ Н/м} = 1,24 \text{ кН/м};$$

$$\Sigma W = |W^+| + |W^-| = 1,65 + 1,24 = 2,89 \text{ кН/м}.$$

На першому поверсі (на відмітці $\pm 0,000$ перекриття):

$$W^+ = 661,8 \cdot 2 = 1323,6 \text{ Н/м} = 1,324 \text{ кН/м};$$

$$W^- = 0,6/0,8 \cdot 1323,6 = 992,7 \text{ Н/м} = 0,99 \text{ кН/м};$$

$$\Sigma W = |W^+| + |W^-| = 1,324 + 0,99 = 2,314 \text{ кН/м}.$$

Встановлення значення величин постійних навантажень від ваги конструкцій та корисних тимчасових навантажень наведено в табл. 2.1, 2.2.

Таблиця 2.1 – Величини постійних навантажень

Вид навантаження	Характеристичне значення навантажень, кН/м ²	Коефіцієнт надійності по навантаженню		Розрахункове навантаження, кН/м ²	
		γ_{fe}	γ_{fm}	Експлуатаційне	Граничне
Житлові кімнати					
Постійне: g					
Пароізоляція (руберойд в один шар)	0,011	1,0	1,2	0,011	0,0132
Звукоізоляція (керамзит) t=50 мм (ρ=500 кг/м ³)	0,25	1,0	1,2	0,25	0,3
Цементно-піщана стяжка t=20 мм (ρ=1800 кг/м ³)	0,36	1,0	1,2	0,36	0,432
Паркетна плита	0,16	1,0	1,1	0,16	0,176
Разом:				0,781	0,9212
Для ванних кімнат, кухонь					
Постійне: g,					
Пароізоляція (руберойд в один шар)	0,011	1,0	1,2	0,011	0,0132
Звукоізоляція (керамзит) t=50 мм (ρ=500 кг/м ³)	0,25	1,0	1,2	0,25	0,3
Цементно-піщана стяжка t=20 мм (ρ=1800 кг/м ³)	0,36	1,0	1,2	0,36	0,432
Керамічна плитка t=13 мм (ρ=1800 кг/м ³)	0,24	1,0	1,2	0,24	0,288
Разом:				0,861	1,0332
Коридори, сходи, фойє					
Постійне: g,					
Пароізоляція (руберойд в один шар)	0,011	1,0	1,2	0,011	0,0132
Звукоізоляція (керамзит) t=50 мм (ρ=500 кг/м ³)	0,25	1,0	1,2	0,25	0,3
Цементно-піщана стяжка t=20 мм (ρ=1800 кг/м ³)	0,36	1,0	1,2	0,36	0,432
Разом:				0,621	0,7452
Балкони, лоджії					
Постійне: g,					
Пароізоляція (руберойд в один шар)	0,011	1,0	1,2	0,011	0,0132
Звукоізоляція (керамзит) t=50 мм (ρ=500 кг/м ³)	0,25	1,0	1,2	0,25	0,3
Цементно-піщана стяжка t=20 мм (ρ=1800 кг/м ³)	0,36	1,0	1,2	0,36	0,432
Разом:				0,621	0,7452

Таблиця 2.2 – Величини тимчасових (корисних) навантажень

Вид навантаження	Характеристичне значення навантажень, кН/м ²	Коефіцієнт надійності по навантаженню		Розрахункове навантаження, кН/м ²	
		γ_{fe}	γ_{fm}	Експлуатаційне	Граничне
Житлові кімнати, ванні кімнати, кухні					
Тимчасове:	1,5	1,0	1,3	1,5	1,95
Довготривале,	0,35	1,0	1,3	0,35	0,455
Короткочасне	1,15	1,0	1,3	1,15	1,495
Коридори, сходи, фойє					
Тимчасове:	3,0	1,0	1,2	3,0	3,6
Довготривале,	1	1,0	1,2	1	1,2
Короткочасне	2	1,0	1,2	2	2,4
Балкони, лоджії					
Тимчасове:	4,0	1,0	1,2	4,0	4,8
Довготривале,	1,7	1,0	1,2	1,7	2,04
Короткочасне	2,3	1,0	1,2	2,3	2,76

2.2. Характеристика розрахункової схеми

При визначенні навантажень і впливів прийнято розрахунковий термін експлуатації будівлі 100 років. Конструктивна схема будівлі — каркасна, рамно-в'язева. Основні несучі елементи запроектовано з важкого бетону класу В30 з використанням арматури класу А500С.

Будівля розраховується на сумісну дію вертикальних і горизонтальних навантажень. До вертикальних навантажень належать власна вага конструкцій, постійні та тимчасові експлуатаційні навантаження, до горизонтальних — переважно вітрові впливи. Граничне переміщення верху будівлі з урахуванням піддатливості основи приймається не більше 0,001 висоти споруди. Для врахування усадки бетону модуль пружності бетону в розрахунковій схемі зменшено на 15 %.

Сприйняття горизонтальних вітрових навантажень забезпечується роботою вертикальних елементів жорсткості, сходово-ліфтового вузла та просторової системи каркасу. У рамно-в'язевій схемі зусилля від горизонтальних

навантажень перерозподіляються між рамами та діафрагмами жорсткості, що дозволяє забезпечити необхідну просторову стійкість будівлі та раціональну роботу вертикальних несучих елементів.

Розрахункові навантаження прикладались до вузлів і елементів просторової розрахункової схеми. Модель будівлі була дискретизована на 36480 скінчених елементів із використанням елементів типів 10, 41, 42 і 44. Кількість вузлів розрахункової схеми становить 36184. У розрахунку розглянуто 9 навантажень.

Статичний розрахунок каркасу будівлі виконано для таких основних видів завантажень: постійні навантаження від власної ваги конструкцій, підлог, покрівлі та зовнішніх стін; тимчасові довготривалі навантаження від експлуатації житлових приміщень, коридорів, фойє, перегородок і корисного навантаження; тимчасові короточасні навантаження, до яких віднесено снігове, вітрове та короточасну частину експлуатаційних навантажень.

Завантаження та їх числові значення наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Характеристика завантажень в ПК «ЛПРА»

Номер завантаження	Перелік складових	Величина навантажень, т/м ²
Завантаження 1	Власна вага елементів каркасу	Враховано засобами ПК «ЛПРА» автоматично відповідно до заданих перерізів
	Зовнішні стіни	1,368
	Підлога	1,4393
	Покрівля	0,4500
	Балкони, лоджії	0,8008
	Житлові кімнати, кухні	0,4550
	Коридори, тамбури	0,1224
	С/у	1,1115
Завантаження 2	Перегородки	0,0650
	Цокольний поверх: корисне навантаження	1,105
	Балкони, лоджії	1,105
	Житлові кімнати, кухні	0,455
	Коридори, тамбури	1,2
	С/у	0,455
	Балкони, лоджії	2,4

Завантаження 3	Житлові кімнати, кухні	1,495
	Коридори, тамбури	2,4
	С/у	1,495
	Вітрове навантаження (по осі у)	3,47

2.2.1 Аналіз максимальних переміщень вузлів розрахункової схеми

Максимальне переміщення вузлів розрахункової схеми в 1-му завантаженні по вертикалі, (по осі z) -19,876 мм зафіксовано у вузлі №12698, розміщення даного вузла наведено на рис 2.2.

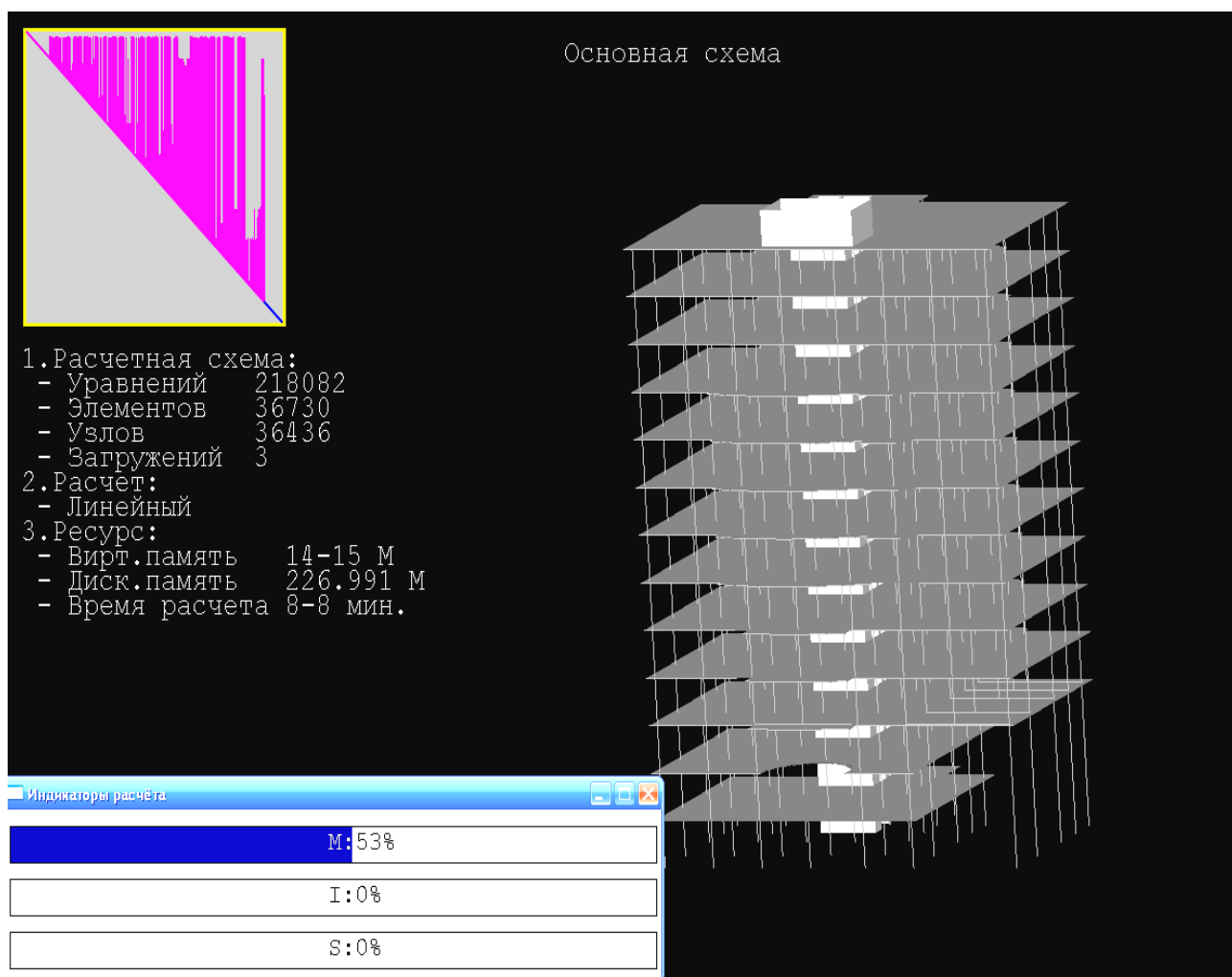


Рисунок 2.1 – Фрагмент роботи з ПК «ЛИРА»

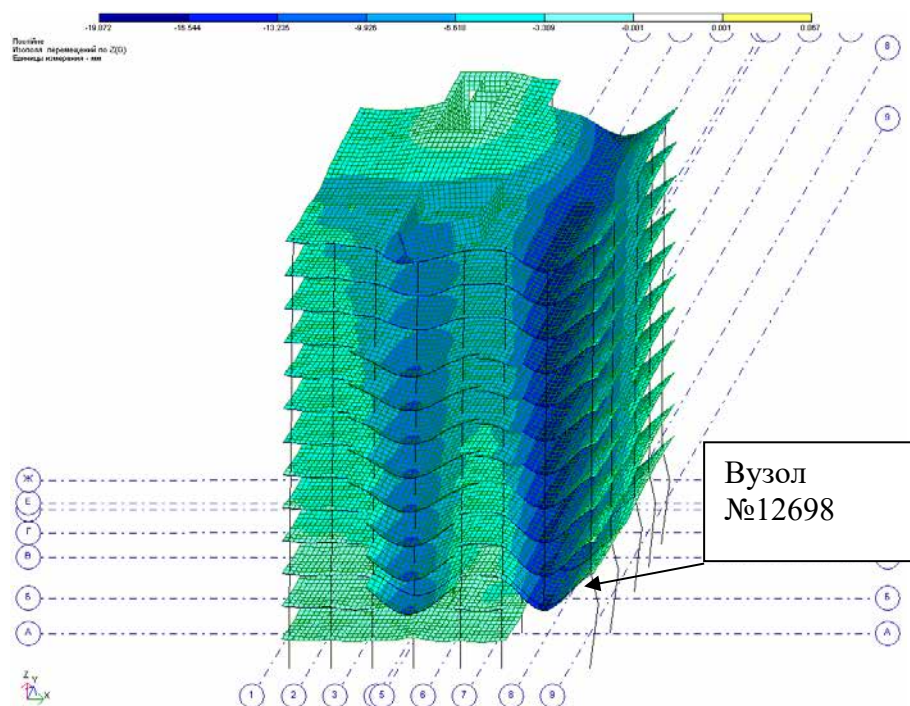


Рисунок 2.2 – Вертикальне переміщення вузлів, завантаження 1

Максимальне переміщення вузлів розрахункової схеми в 2-му завантаженні по вертикалі, (по осі z) $-4,255$ мм зафіксовано у вузлі №2229, рис. 2.3.

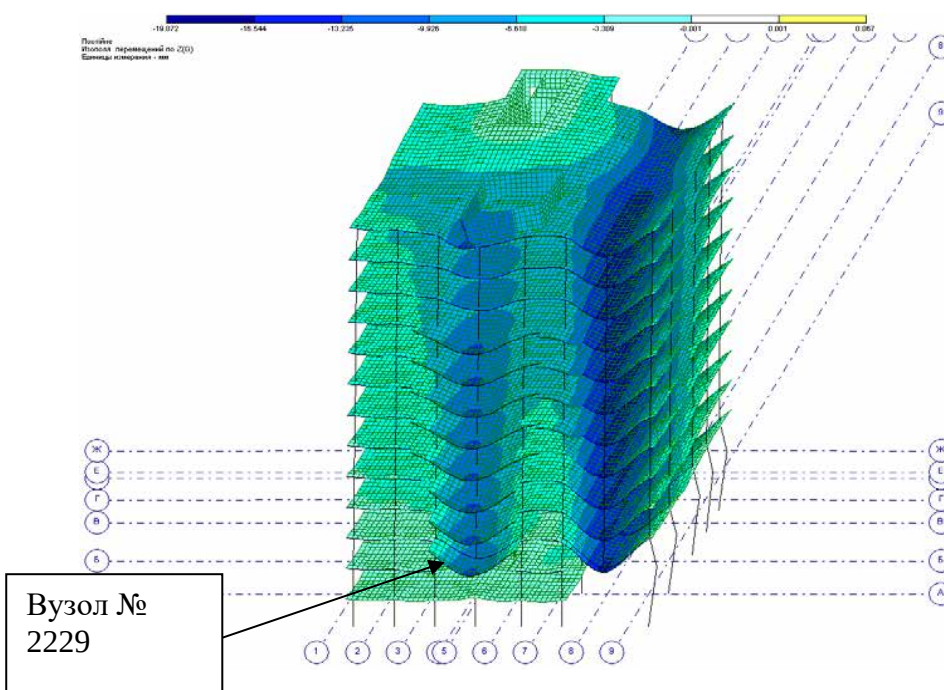


Рисунок 2.3 – Вертикальне переміщення вузлів, завантаження 2

Максимальне переміщення вузлів розрахункової схеми в 3-му завантаженні по вертикалі, (по осі z) $-18,041$ мм зафіксовано у вузлі №33306, розміщення даного вузла наведено на рис 2.4.

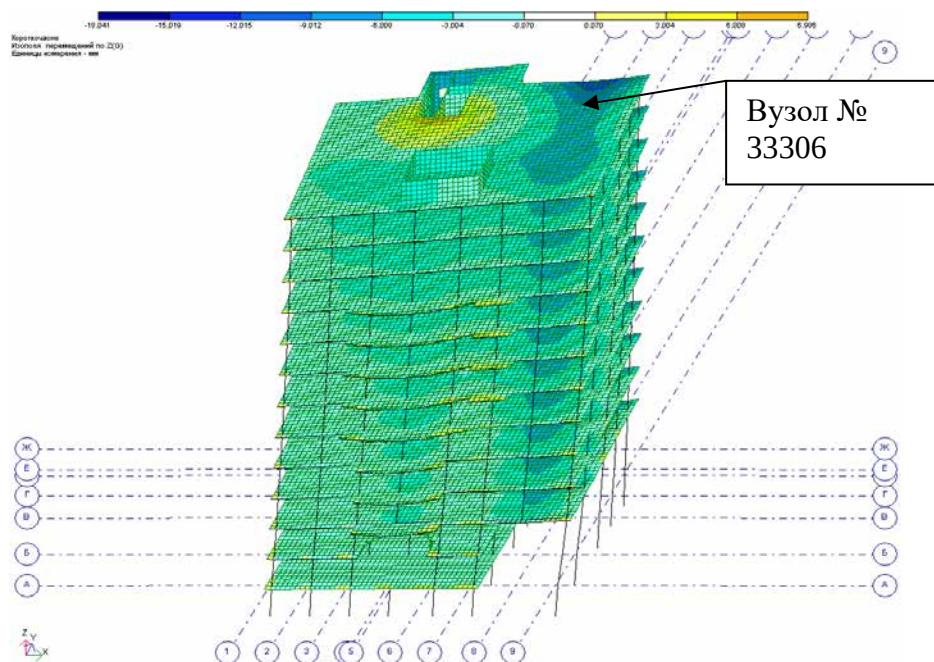


Рисунок 2.4- Вертикальне переміщення вузлів, завантаження 3

Максимальне переміщення вузлів розрахункової схеми в 3-му завантаженні по горизонталі, (по осі y) $168,596$ мм зафіксовано у вузлі № 33609, розміщення даного вузла наведено на рис 2.5.

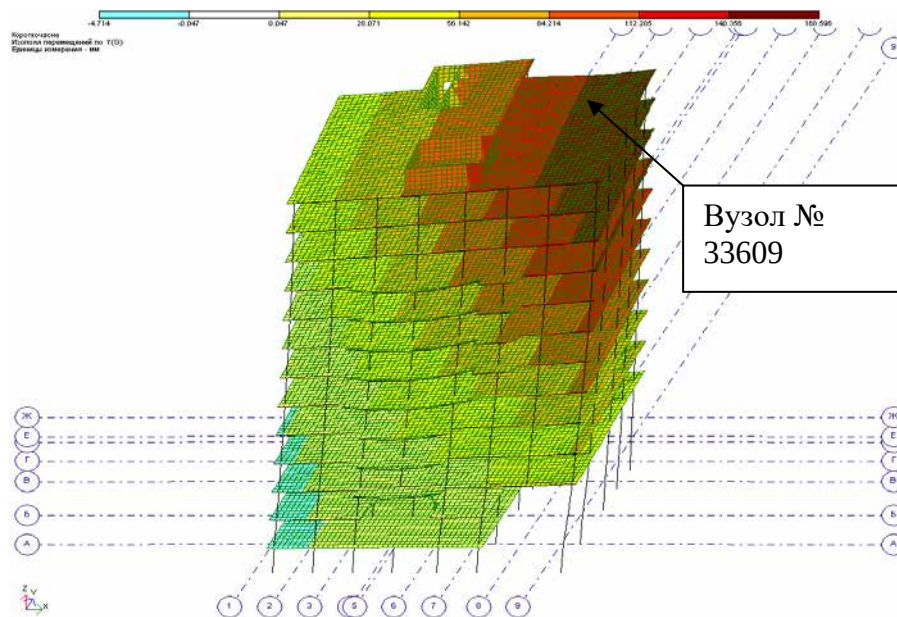


Рисунок 2.5 – Горизонтальне переміщення вузлів

2.3. Аналіз напружено-деформованого стану плитних та стержневих елементів

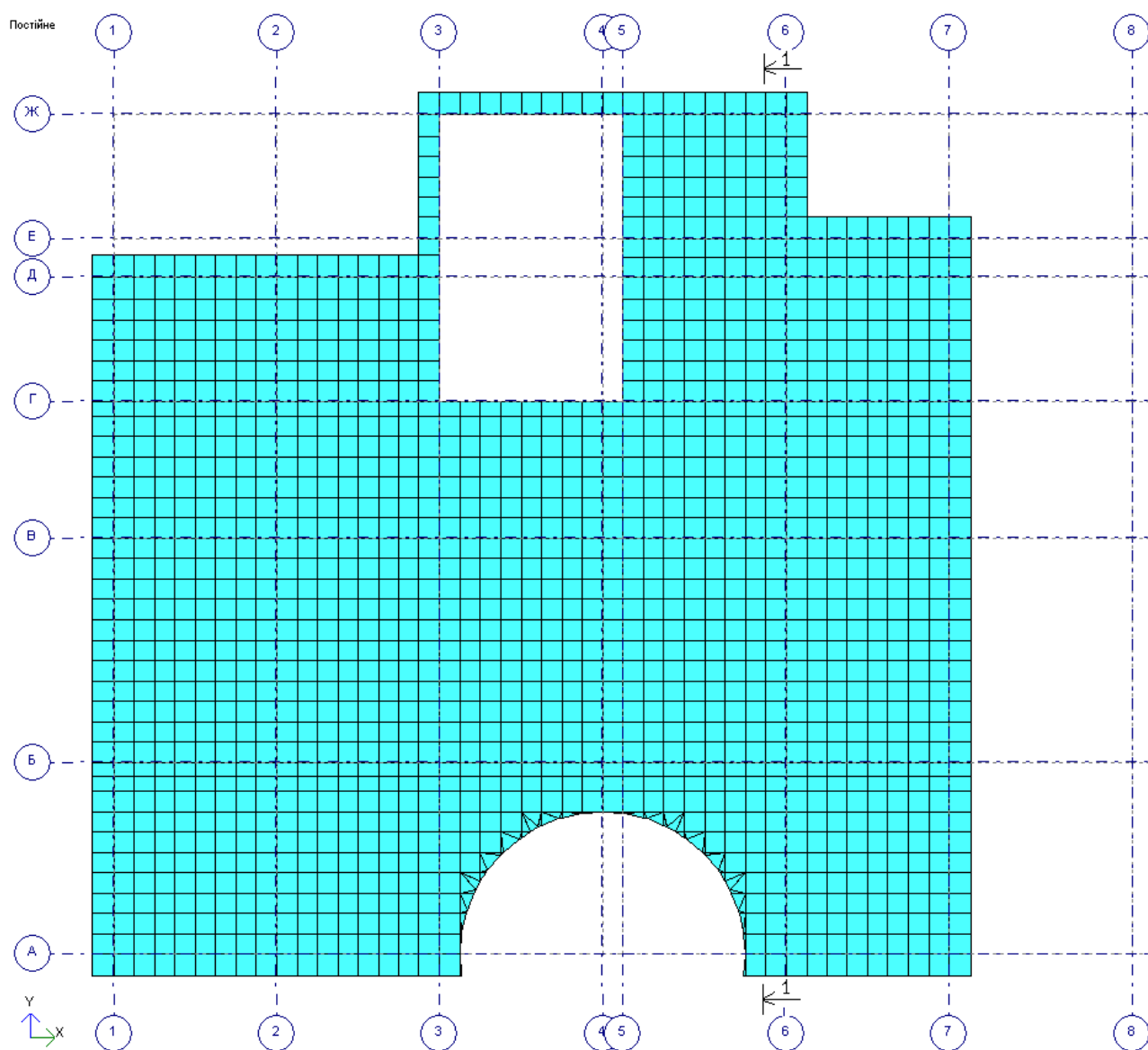


Рисунок 2.6 – План плити перекриття 1-го поверху

Після розрахунку ПК «ЛИРА» робимо перетин 1-1 та отримуємо епюри переміщень при 3-х завантаженнях по вісі z які наведені в рис.2.7, 2.8, 2.9.

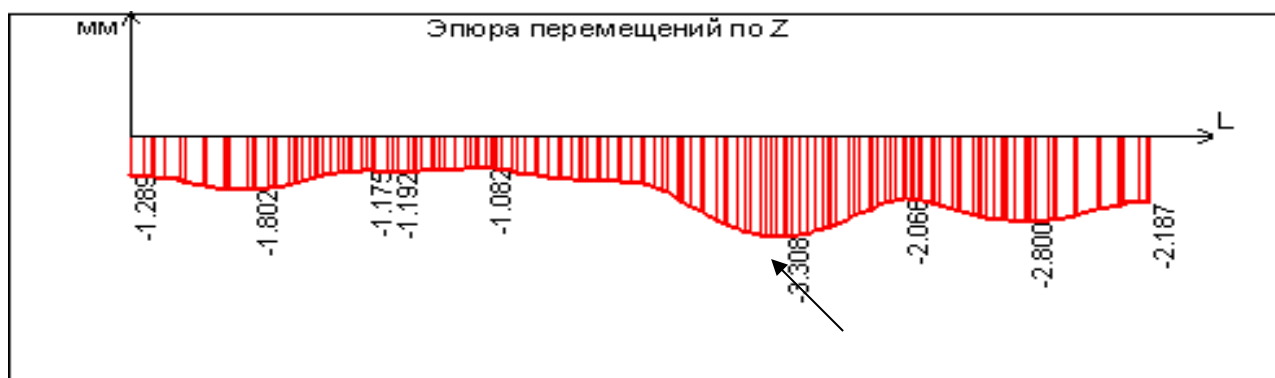


Рисунок 2.7 – Епюра переміщень від завантаження №1

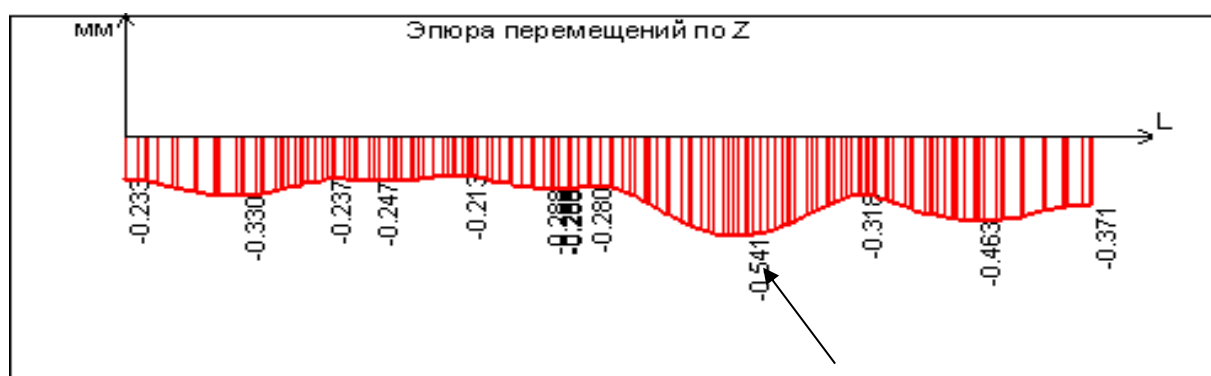


Рисунок 2.8 – Епюра переміщень від завантаження №2

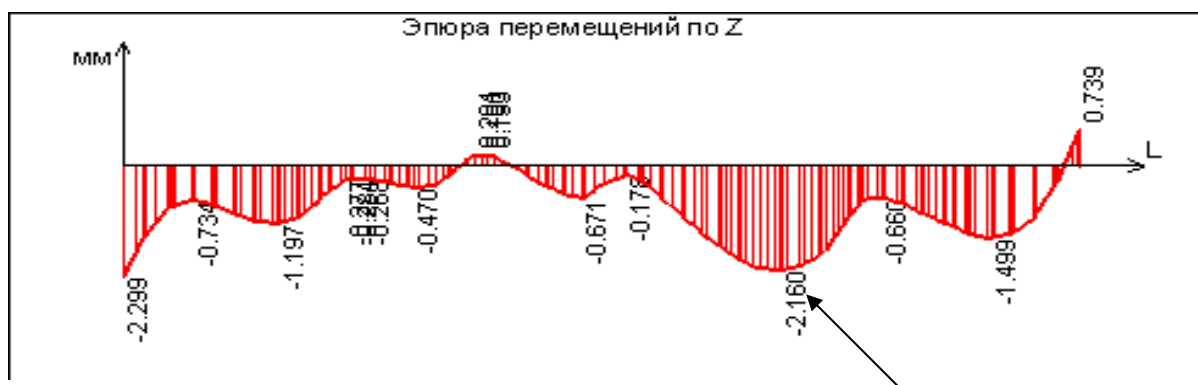


Рисунок 2.9 – Епюра переміщень від завантаження №3

Сумарне переміщення плити перекриття по вісі z при 3-х завантаженнях за отриманими епюрами складає 6,009 мм.

Максимальне зусилля (N) для стержневого елемента №1317 при 1-му завантаженні складає: -245,148 т, рис 2.10.

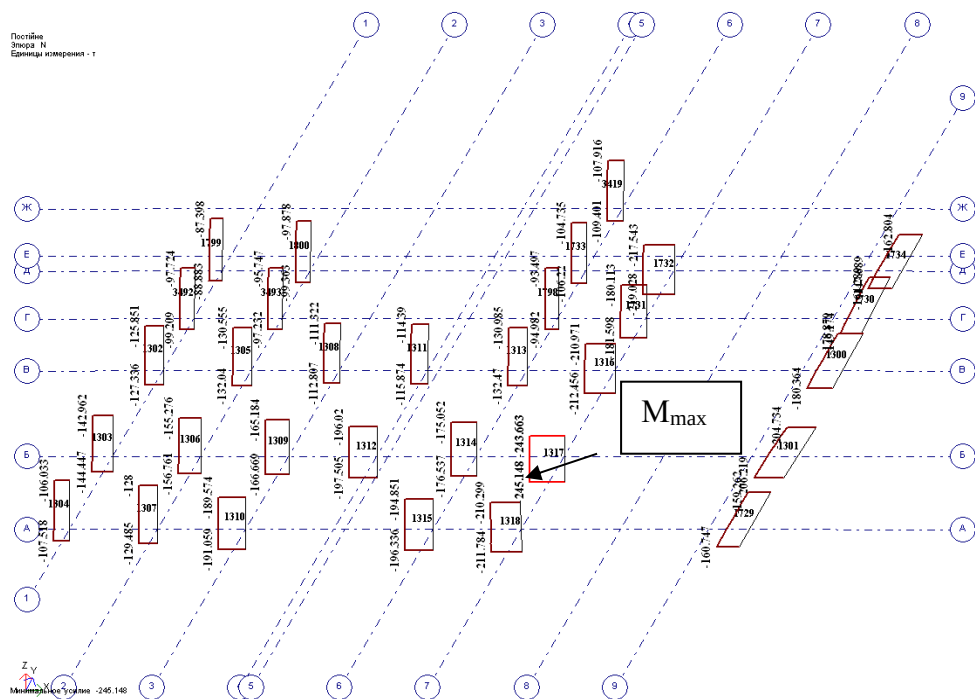


Рисунок 2.10 – Максимальні зусилля при 1-му завантаженні

Максимальне зусилля (N) для стержневого елемента №1732 при 2-му завантаженні складає: -38,675 т, рис 2.11.

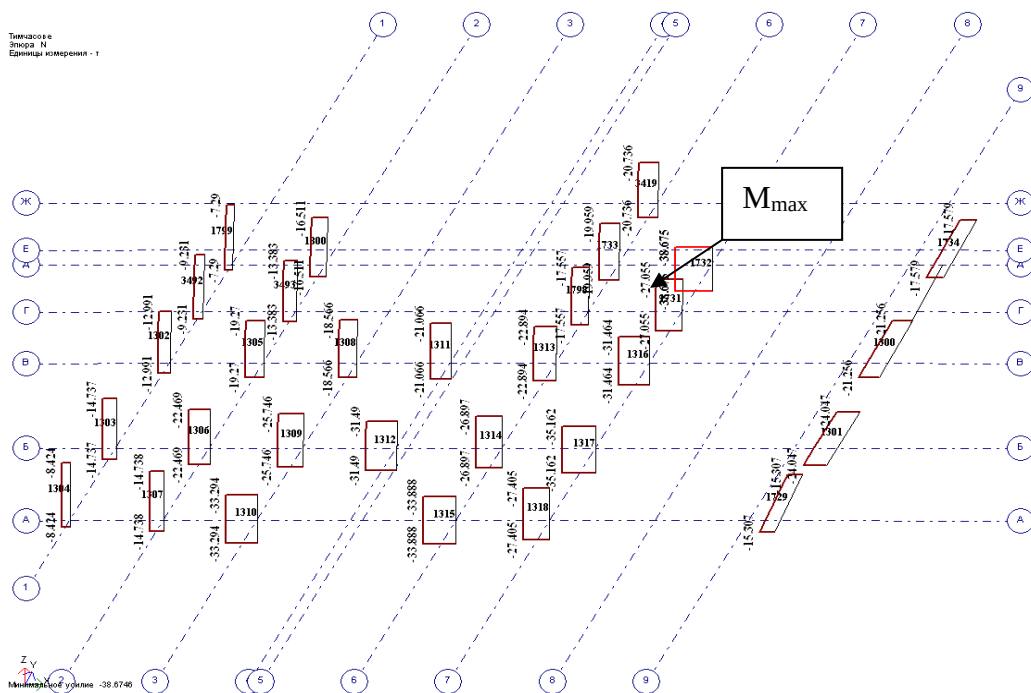


Рисунок 2.11 – Максимальні зусилля при 2-му завантаженні

Максимальні зусилля (N) для стержневого елемента №1732 при 3-му завантаженні складає: -166,971 т, рис 2.12.

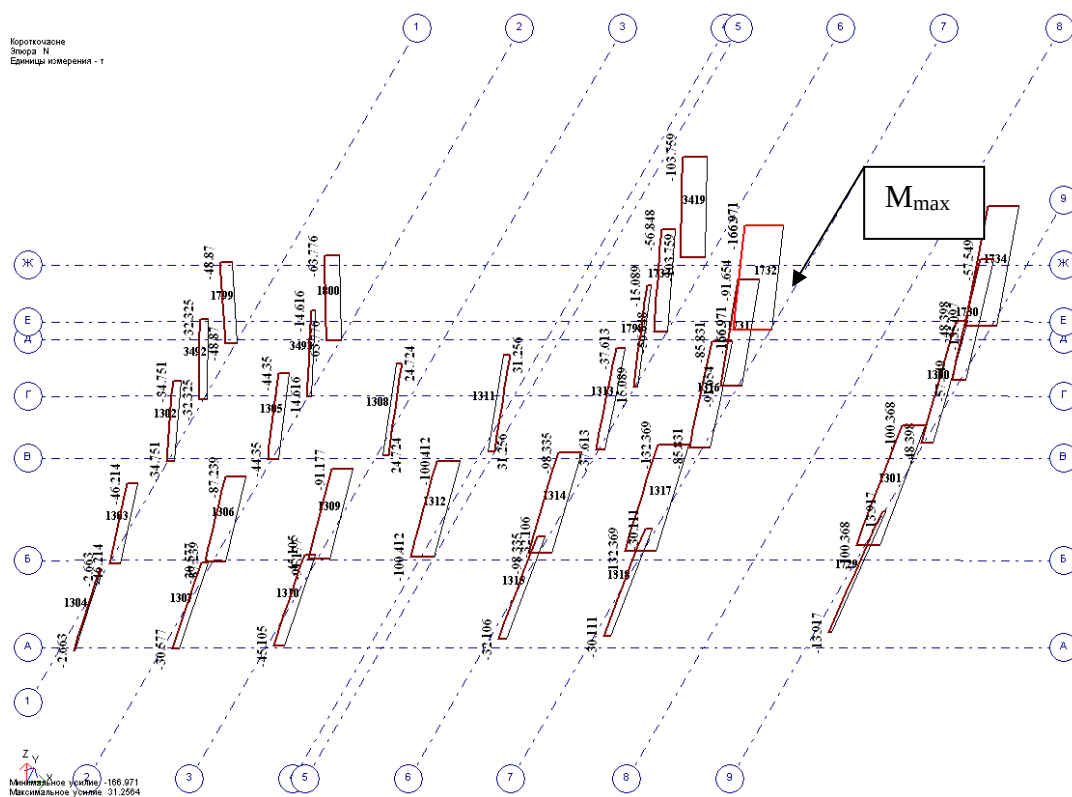


Рисунок 2.12 – Максимальні зусилля при 3-му завантаженні

За результатами складання РСУ встановлено, що максимальне стискаюче зусилля заходиться в елементі № 1732 і складає -245,794 т.

2.3.1 Конструювання монолітної плити перекриття першого поверху

В результаті розрахунку, в програмному комплексі ЛІР-АРМ було визначено необхідну розрахункову площу арматури.

1. Фонову нижню арматуру вдовж вертикальних осей плити перекриття 1-го поверху підбрано $\varnothing 8$ A500С з кроком 200, $L_{\text{заг}}=2190$ м.п. Локальні зони доармовуються $\varnothing 8$ A500С з кроком 200, $L=2,8$ м.п.

2. Фонову нижню арматуру вдовж горизонтальних осей плити перекриття 1-го поверху підбрано $\varnothing 8$ A500С з кроком 200, $L_{\text{заг}}=2176$ м.п.

Локальні зони доармовуються $\varnothing 8$ A500C з кроком 200, $L=2,8$ м.п, $\varnothing 8$ A500C з кроком 200, $L=2,3$ м.п, $\varnothing 10$ A500C з кроком 200, $L=4,0$ м.п, $\varnothing 12$ A500C з кроком 200, $L=2,2$ м.п,

3. Фонову верхню арматуру вдовж горизонтальних осей плити перекриття 1-го поверху підібрано $\varnothing 8$ A500C з кроком 200, $L_{\text{заг}}=2214$ м.п. Локальні зони доармовуються $\varnothing 16$ A500C кроком 200 $L=1,32$ м.п, та $\varnothing 16$ A500C кроком 200 $L=2,6$ м.п.

4. Фонову арматуру вдовж вертикальних осей плити перекриття 1-го поверху підібрано $\varnothing 8$ A500C з кроком 200, $L_{\text{заг}}=2214$ м.п. Локальні зони доармовуються $\varnothing 16$ A500C $L=1,6$ м.п, $\varnothing 16$ A500C $L=2,6$ м.п, $\varnothing 18$ A500C $L=2,8$ м.п, $\varnothing 12$ A500C $L=1,7$ м.п, $\varnothing 18$ A500C $L=4,1$ м.п.

3. ОСНОВИ І ФУНДАМЕНТИ

3.1. Інженерно-геологічні умови будівельного майданчика

Вихідними даними для проектування фундаменту мілкового закладання є завдання на проектування і дані інженерно-геологічних вишукувань.

Розрахуємо характеристики кожного шару ґрунту.

Суглинок перевідкладний:

$$e = \frac{\gamma_s}{\gamma} (1 + \omega) - 1 = \frac{26,9}{17,5} (1 + 0,2) - 1 = 0,84$$

$$\gamma = \frac{\gamma}{1 + \omega} = \frac{17,5}{1 + 0,2} = 14,58 \text{ (кН/м}^3\text{)}$$

$$S_r = \frac{\omega \cdot \gamma_s}{e \cdot \gamma_\omega} = \frac{0,2 \cdot 26,9}{0,84 \cdot 10} = 0,64$$

$$I_p = \omega_L - \omega_p = 0,29 - 0,16 = 0,13$$

$$I_L = \frac{\omega - \omega_p}{\omega_L - \omega_p} = \frac{0,20 - 0,16}{0,13} = 0,31$$

$$d = 1,13 \cdot \sqrt{A} = 1,13 \cdot \sqrt{0,5} = 0,8 \text{ (м)}$$

Пісок пилюватий:

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1 + \omega} = \frac{16}{1 + 0,17} = 13,68 \text{ (кН/м}^3\text{)};$$

$$e = \frac{\gamma_s}{\gamma} (1 + \omega) - 1 = \frac{26,5}{16,0} (1 + 0,17) - 1 = 0,94;$$

$$S_r = \frac{\omega \cdot \gamma_s}{e \cdot \gamma_\omega} = \frac{0,17 \cdot 26,5}{0,94 \cdot 10} = 0,48$$

$$E = (1 - \vartheta^2) \frac{P \cdot A}{S \cdot d} = (1 - 0,3^2) \frac{100 \cdot 0,5}{0,0063 \cdot 0,8} = 9,05 \text{ (МПа)}$$

Пісок середньої крупності:

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1 + \omega} = \frac{19,4}{1 + 0,20} = 16,17 \text{ (кН/м}^3\text{)};$$

$$e = \frac{\gamma_s}{\gamma} (1 + \omega) - 1 = \frac{26,2}{19,4} (1 + 0,20) - 1 = 0,62;$$

$$S_r = \frac{\omega \cdot \gamma_s}{e \cdot \gamma_\omega} = \frac{0,20 \cdot 26,2}{0,62 \cdot 10} = 0,85;$$

Таблиця 3.1 – Дані випробування супісі штампом $A=0,5\text{м}^2$

$P, \text{кПа}$	$S, \text{м}$
100	0,0063
200	0,0126
300	0,0190
400	0,0270

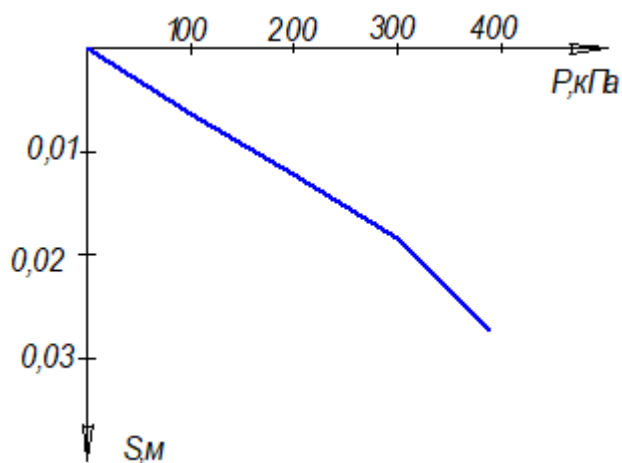


Рисунок 3.1 – Випробування супісі штампом

Визначення величини навантаження на фундамент

Навантаження на фундамент під крайню колону по осям «А», «1» підраховані в розділі 2 даного проекту за допомогою ПК «ЛИРА».

Таблиця 3.2 – Нормативні та розрахункові навантаження на фундамент

Наванта-ження Фундамент	$N^n, \text{кН}$	$N, \text{кН}$	$M_x^n, \text{кН}\cdot\text{м}$	$M_x, \text{кН}\cdot\text{м}$	$M_y^n, \text{кН}\cdot\text{м}$	$M_y, \text{кН}\cdot\text{м}$
ФМ-1	2236,45	2889,33	0	0	572,04	645,95

3.2. Проектування фундаменту у варіанті мілкового закладання

3.2.1 Вибір глибини закладання фундаменту

В багатьох випадках чим вище закладена підшва фундаменту, тим менша вартість робіт по закладенню фундаментів. Тому фундаменти краще закладати на меншу глибину.

Визначаємо глибину закладання стовпчастого фундаменту:

1. Будівля має підвал з відміткою підлоги підвалу 3,3 м; про підземні комунікації і споруди, а також сусідні і примикаючі будівлі нічого не відомо. Отже, фундаменти повинні заглиблюватись до відмітки не менше: $3,3 + 1,95 + 0,1 = 5,35$ (м).

2. Сезонний шар промерзання ґрунту для м. Київ складає 1,1 м.

3. По інженерно-геологічним умовам видно, що під підшвою фундаменту залишається шар несучого ґрунту товщиною 1,1 м.

4. Відмітка рівня ґрунтових вод нижче відмітки підшви фундаменту. Отже, рівень ґрунтових вод не впливає на глибину закладання фундаменту.

Порівнюючи всі отримані значення, отримуємо максимальне значення глибини закладання фундаменту:

$d = 5,35 - 1,45 = 3,9$ (м) - підшва фундаменту розташована в суглинку.

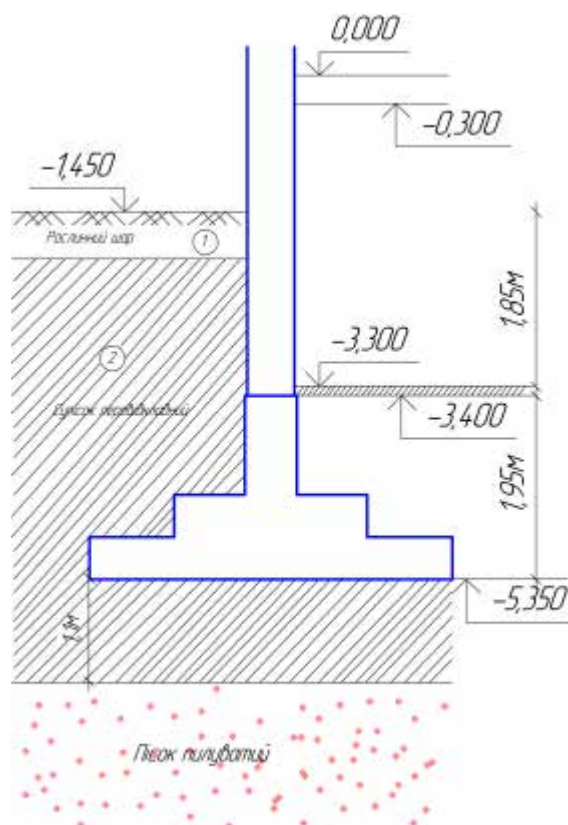


Рисунок 3.2 – Визначення глибини закладання підшови фундаменту

3.2.2 Визначення розмірів підшови фундаменту

Розраховуємо розміри підшови стовпчастого фундаменту:

Умовний розрахунковий опір ґрунту підвалини $R_0 = 200,63$ кПа;

Визначаємо площу підшови фундаменту у першому наближенні:

$$A = N / (R_0 - \gamma_{\text{нт}} \cdot d) = 2236,45 / (200,63 - 20 \cdot 3,9) = 18,24 \text{ (м}^2\text{)}.$$

3. Приймаємо відношення сторін $K = l / b = 1,0$;

$$b = l = \sqrt{A} = 4,27 \text{ (м)}.$$

4. Визначаємо розрахунковий опір ґрунту підвалини:

$$R = ((\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}) / k) \cdot (M_\gamma \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_{\text{II}} + M_q \cdot d_l \cdot \gamma_{\text{II}}' + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma_{\text{II}} + M_c \cdot c_{\text{II}})$$

де: γ_{c1} і γ_{c2} – коефіцієнти умов роботи, які залежать відповідно від виду

ґрунту під підшовою фундаменту та жорсткості будівлі. Відповідно маємо $\gamma_{c1} =$

$$1,2 \quad \gamma_{c2} = 1,0.$$

k – коефіцієнт надійності, приймається рівним 1,1, так як характеристики ґрунту визначаються приблизно по таблицям;

M_γ, M_q, M_c – безрозмірні коефіцієнти, визначаються в залежності від розрахункового значення кута внутрішнього тертя ґрунта ϕ_{II} .

k_z – коефіцієнт, який дорівнює при $b < 10$ м, $k_z = 1$;

γ_{II} – усереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунту, який залягає нижче підшви фундаменту, кН/м^3 . $\gamma_{II} = 18,2 \text{ кН/м}^3$.

γ_{II} – теж, тільки вище підшви фундаменту:

$$\gamma_{II} = (\sum h_i \cdot \gamma_i) / \sum h_i = 17,3 \text{ (кН/м}^3\text{)}.$$

c_{II} – розрахункове значення питомого щеплення ґрунту, який залягає безпосередньо під підшвою фундаменту, він дорівнює 18,5 кПа ;

d_1 – глибина закладання фундаментів від рівня планування.

$$R = ((1,2 \cdot 1,0) / 1,1) \cdot (0,478 \cdot 1 \cdot 4,27 \cdot 18,2 + 2,924 \cdot 2,05 \cdot 17,3 + (2,924 - 1) \cdot 1,85 \cdot 17,3 + 5,516 \cdot 18,5) = 331,88 \text{ (кПа)}.$$

Площа підшви фундаменту у другому наближенні:

$$A = 2236,45 / (331,88 - 20 \cdot 3,9) = 8,81 \text{ (м}^2\text{)}.$$

5. Визначаємо розміри фундаменту у другому наближенні:

$$b = l = \sqrt{A} = 2,97 \text{ (м)};$$

6. Виконуємо перевірку:

$$((b - l) / b) \cdot 100\% = ((4,27 - 2,97) / 4,27) \cdot 100\% = 30,44 \%$$

7. Розраховуємо опір ґрунту підвалини: $R = 319,55 \text{ (кПа)}$.

8. Площа підшви фундаменту у третьому наближенні:

$$A = 2236,45 / (319,55 - 20 \cdot 3,9) = 9,26 \text{ (м}^2\text{)}$$

9. Визначаємо розміри фундаменту у третьому наближенні:

$$b = l = \sqrt{A} = 3,04 \text{ (м)};$$

10. Виконуємо перевірку:

$$((b - l) / b) \cdot 100\% = ((3,04 - 2,97) / 3,04) \cdot 100\% = 2,4 \% < 5\%.$$

Остаточно приймаємо розміри підшви фундаменту кратні 0,3 м:

$$b \times l = 3,3 \times 3,3 \text{ м.}$$

11.Перевіряємо граничні умови рівноваги фундаменту:

$$\left\{ \begin{array}{l} P_{\text{cp}} \leq R \\ P_{\text{max}} \leq 1,2R \\ P_{\text{max}}^{\text{кут}} \leq 1,5R \\ P_{\text{min}} / P_{\text{max}} \geq 0,25 (\geq 0) \\ S \leq S_u \end{array} \right.$$

де: P_{max} – максимальний тиск під краєм підшви фундаменту;

$$\begin{aligned} P_{\text{max},y} &= (N / A) + (M_y / W_y) + \gamma_{\text{нт}} \cdot d = \\ &= (2236,45 / 10,89) + (572,04 / 5,99) + 20 \cdot 3,9 = 378,87 (\text{кПа}); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{min},y} &= (N / A) - (M_y / W_y) + \gamma_{\text{ф.гр.}} \cdot d = \\ &= (2236,45 / 10,89) - (572,04 / 5,99) + 20 \cdot 3,9 = 187,87 (\text{кПа}); \end{aligned}$$

M_y – розрахункове значення згинального моменту, діючого відносно осі X підшви фундаменту;

W_x – момент опору підшви фундаменту відносно вісі X: для прямокутної форми підшви $W_y = (b \cdot l^2) / 6 = (3,3 \cdot 3,3^2) / 6 = 5,99 (\text{м}^3)$.

$P_{\text{min}}^{\text{кут}}$ – максимальний тиск під кутом підшви фундаменту для випадка, коли навантажений згинаючим моментом M_x ;

$$\begin{aligned} P_{\text{max}}^{\text{кут}} &= (N / A) + (M_x / W_x) + \gamma_{\text{ф.гр.}} \cdot d = \\ &= (2236,45 / 10,89) + (572,04 / 5,99) + 20 \cdot 3,9 = 378,87 (\text{кПа}); \end{aligned}$$

P_{cp} – середній тиск під підшвою фундаменту:

$$P_{\text{cp}} = (N / A) + \gamma_{\text{ф.гр.}} \cdot d = (2236,45 / 3,3 \cdot 3,3) + 20 \cdot 3,9 = 283,37 (\text{кПа})$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_{\text{cp}} = 283,37 (\text{кПа}) < R = 319,55 (\text{кПа}); \\ P_{\text{max},y} = 378,87 (\text{кПа}) < 1,2 \cdot R = 1,2 \cdot 319,55 = 383,46 (\text{кПа}); \\ P_{\text{max}}^{\text{кут}} = 378,87 (\text{кПа}) < 1,5R = 1,5 \cdot 319,55 = 479,33 (\text{кПа}); \end{array} \right.$$

Осадку розраховують цим методом в такій послідовності:

1) Товщину ґрунтового масиву, починаючи від підшови фундаменту, розбивають на шари товщиною не більше $0,2b$. Приймаємо $0,2 \cdot b = 0,2 \cdot 3,3 = 0,66$ (м).

2) Визначають додатковий тиск під підшовою фундаменту:

$$p_0 = p - \sigma_{zg,0}$$

де p - середній тиск під підшовою фундаменту, $\sigma_{zg,0}$ - вертикальне напруження від власної ваги ґрунту на рівні підшови фундаменту.

$$p_{сер} = 283,37 \text{ (кПа)};$$

$$\sigma_{zg,0} = 16 \cdot 0,5 + 17,5 \cdot 3,4 = 67,5 \text{ (кПа)};$$

$$p_0 = 283,37 - 67,5 = 215,87 \text{ (кПа)}.$$

3) Будують епюру додаткових вертикальних напруг по глибині основи σ_{zpi} . Ординати епюри визначаються по границям шарів ґрунту, на які розбита зжата товща, по формулі:

$$\sigma_{zpi} = \alpha p_0,$$

де α - коефіцієнт затухання по глибині, який приймається в залежності від коефіцієнтів $\zeta = 2Z_i/b$; $\eta = l/b = 1$.

4) Будують епюри вертикальних напруг від власної ваги ґрунту основи σ_{zgi} .

$$\sigma_{zgi} = \gamma' d_i + \sum \gamma_j h_j$$

де γ_j та h_j - питома вага та товщина шарів ґрунту, які лежать в границях глибини Z_i .

5) Визначають положення границі стиснутої товщі основи. Вона приймається на глибині $Z_I = H_C$, де виконується умова

$$\sigma_{zpi} \leq 0,2 \sigma_{zgi},$$

6) Визначають осадку кожного з шарів, на які розбита товща ґрунтового масива в границях глибини H_C . Осадка i -го шару:

$$S_i = \beta \sigma_{zp,сер} h_i / E_i,$$

де β - безрозмірний коефіцієнт, рівний 0,8;

7) Визначаємо повну осадку основи сумуванням осадок окремих шарів:

$$S = \sum S_i,$$

8) Фактичну осадку основи зрівнюємо з гранично допустимою $S_u = 10\text{см}$.

Розрахунок осідання фундаменту мілкого закладання наведено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Розрахунок осідання фундаменту мілкого закладання

z	$2z/b$	α	σ_{zpi}	σ_{zgi}	σ_{zpcep}	E_i	h_i	S_i
0	0	1	215,87	67,5	-	-	-	-
0,66	0,4	0,961	207,4	79,0	211,7	14300	0,66	0,007815
1,32	0,8	0,8	172,7	89,6	190,1	9050	0,66	0,011090
1,98	1,2	0,607	131,0	100,2	151,9	9050	0,66	0,008860
2,64	1,6	0,450	97,0	110,7	114,0	9050	0,66	0,006652
3,3	2,0	0,336	72,6	121,3	84,8	9050	0,66	0,004948
3,96	2,4	0,257	55,5	131,9	64,0	9050	0,66	0,003736
4,62	2,8	0,201	43,4	142,4	49,4	9050	0,66	0,002883
5,28	3,2	0,16	34,6	149,0	39,0	9050	0,66	0,002275
5,94	3,6	0,131	28,2	155,6	31,4	33000	0,66	0,000503

$\sum 0,0487623\text{м}$

$$\sigma_{zp} = 28,2 < 0,2 \sigma_{zg} = 0,2 \cdot 155,6 = 31,12 \text{ кПа.}$$

$$S = 4,9 \text{ (см)} < S_u = 8 \text{ (см)}$$

Осідання становить 4,9 (см), що менше допустимого значення для заданої будівлі. Отже, розміри фундаменту достатні.

3.3. Проектування фундаменту у варіанті забивних паль

Глибину закладення ростверку приймаємо $d = 3,00\text{м}$ (рис. 3.4).

Приймаємо палю марки С12-30. Схема розташування палі у ґрунті показана на рис. 3.4.

Несучу здатність палі визначаємо за формулою:

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cR} R A + u \sum \gamma_{cf} f_i h_i),$$

$$\text{де } \gamma_c = 1, \quad \gamma_{cR} = 1, \quad \gamma_{cf} = 1.$$

$$R = 4160 \text{ кН};$$

$$A = 0,30 \cdot 0,30 = 0,09 \text{ м}^2;$$

$$u = 4 \cdot 0,30 = 1,2 \text{ м}.$$

Для визначення розрахункового опору ґрунту по боковій поверхні палі розділимо ґрунтову товщу на шари товщиною не більше 2 м (рис. 3.4). Обчислення виконуємо в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Визначення несучої спроможності палі по боковій поверхні

№ шару	$H_{\text{сер}}, \text{ м}$	$h_i, \text{ м}$	$f_i, \text{ кПа}$	$f_i h_i, \text{ кН/м}$
1	4	2,0	36,9	73,8
2	6	2,0	40,9	81,8
3	7,9	1,8	32,9	59,22
4	9,8	2,0	33,9	67,8
5	11,8	2,0	47,8	95,6
6	13,8	2,0	49,8	99,6
7	14,85	0,1	50,85	5,085

$$\sum f_i h_i = 482,905$$

$$F_d = 1(1 \cdot 4160 \cdot 0,09 + 1,2 \cdot 1 \cdot 482,905) = 953,9 \text{ (кН)}$$

Розрахункове навантаження, яке може бути передане на палю з умов несучої спроможності ґрунту:

$$N = F_d / \gamma_k = 953,9 / 1,4 = 681 \text{ (кН)}.$$

$$\text{Необхідна кількість паль у кущі: } n = N_d / N = 2889,33 / 681 = 4,2 \text{ (шт).}$$

$$n \cdot 1,1 = 4,2 \cdot 1,1 = 4,67 \text{ шт.} \approx 5 \text{ (паль)}$$

Виконаємо перевірку розрахункових навантажень на крайні палі:

$$N_{\max} = \frac{N_{\text{заг}}}{n} \pm \frac{M_{xy}}{\sum y_i^2} \pm \frac{M_{yx}}{\sum x_i^2} \leq N,$$

$$\text{де } N_{\text{заг}} = N_d + N_p + N_{ep} + N_n;$$

$$N_p = 2,1 \cdot 2,1 \cdot 3,0 \cdot 20 \cdot 1,1 = 291,06 \text{ (кН)};$$

$$N_{ep} = 2,2 \cdot 1,85 \cdot 18 \cdot 1,15 = 84,25 \text{ (кН)};$$

$$N_n = 0,30 \cdot 0,30 \cdot 11,9 \cdot 25 \cdot 5 \cdot 1,1 = 147,26 \text{ (кН)};$$

$$N_{\text{заг}} = 2889,33 + 291,06 + 84,25 + 147,26 = 3411,9 \text{ (кН)};$$

$$N \frac{3411,9}{5} \frac{572,04 \cdot 0,8}{4 \cdot 0,8^2} \frac{F_d}{1,4} \frac{782,67}{1,4} \max$$

Отже, розрахункове навантаження на крайні палі фундаменту не перевищує допустимого.

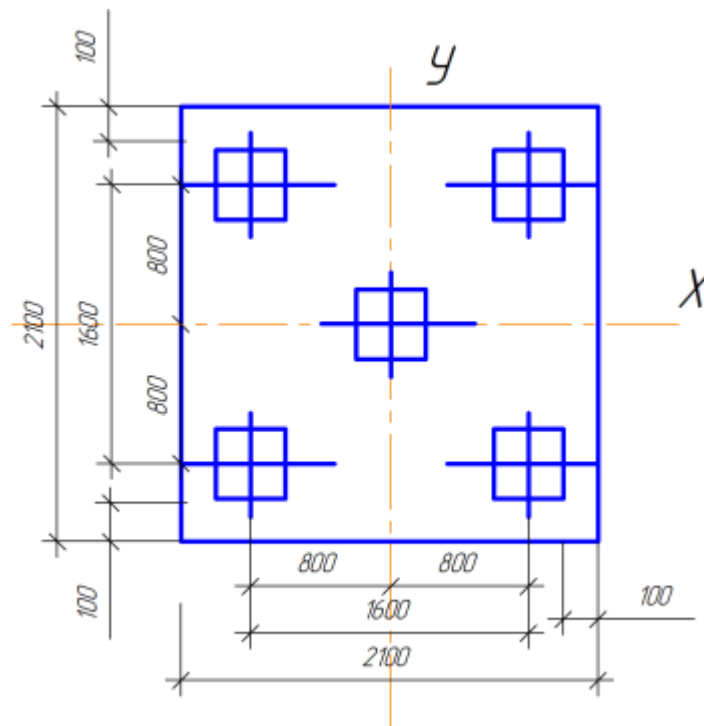


Рисунок 3.5 – Схема розташування палей у ростверку

Осадка пального фундаменту визначається шляхом перетворення його на умовний фундамент мілкового закладання.

Визначаємо осереднене значення кута внутрішнього тертя для ґрунтової товщі, яка прорізається палями:

$$\phi_{mt} = \frac{2 \cdot 19,2 + 3,8 \cdot 26 + 6,1 \cdot 35,9}{11,9} = 30^{\circ} 32';$$

Розміри ростверку в плані по зовнішнім граням крайніх паль

$$l_1 = 1,9 \text{ (м)}, b_1 = 1,9 \text{ (м)}.$$

Розміри умовного фундаменту в площині нижніх кінців паль

$$l_y = l_1 + 2htg(\phi_{mt}/4) = 1,9 + 2 \cdot 11,9 \cdot 0,133 = 5,07 \text{ (м)};$$

$$b_y = b_1 + 2htg(\phi_{mt}/4) = 1,9 + 2 \cdot 11,9 \cdot 0,133 = 5,07 \text{ (м)}.$$

Приймаємо умовний фундамент розмірами 5,07 x 5,07м.

Перевірка тиску на підстилюючий шар:

$$p = \frac{N_{II}}{A_{ym}} < R$$

Нормативне навантаження на рівні підшви умовного фундаменту

$$N_{II} = N_{II}^H + N_{zp} + N_p + N_n$$

$$N_{II}^H = 2236,45 \text{ (кН)};$$

$$N_p = 2,1 \cdot 2,1 \cdot 3 \cdot 20 \cdot 1 = 264,6 \text{ (кН)};$$

$$N_n = 0,30 \cdot 0,30 \cdot 11,9 \cdot 5 \cdot 1 \cdot 25 = 133,88 \text{ (кН)}$$

$$\begin{aligned} N_{zp} &= (5,07 \cdot 5,07 \cdot 14,9 - 0,30 \cdot 0,30 \cdot 5 \cdot 11,9 - 2,1 \cdot 2,1 \cdot 3,0) \cdot 14,7 \\ &= 5356,83 \text{ (кН)}; \end{aligned}$$

$$N_{II} = 2236,45 + 133,88 + 264,6 + 5356,83 = 7991,76 \text{ (кН)};$$

$$p = \frac{7991,76}{5,07 \cdot 5,07} = 310,9 \text{ (кН)}.$$

Розрахунковий опір ґрунтової основи:

$$\begin{aligned} R &= \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} (M_{\gamma} k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + (M_q - 1) d_b \gamma'_{II} + M_c c_{II}) = \frac{1,4 \cdot 1,2}{1,1} \times \\ &\times (1,797 \cdot 1 \cdot 5,07 \cdot 10,0 + 8,187 \cdot 13,05 \cdot 12,54 + (8,187 - 1) \cdot 1,85 \cdot 12,54 + \\ &9,931 \cdot 1,3) = 2415,78 \text{ (кН)} \end{aligned}$$

Перевіряємо умови:

$$\left\{ \begin{array}{l} P_{cp} \leq R; \\ P_{max} \leq 1,2R; \\ P_{max} \leq 1,5R; \\ P_{кут} \\ \frac{P_{min}}{P_{max}} \geq 0,25; \\ S \leq S_u. \end{array} \right.$$

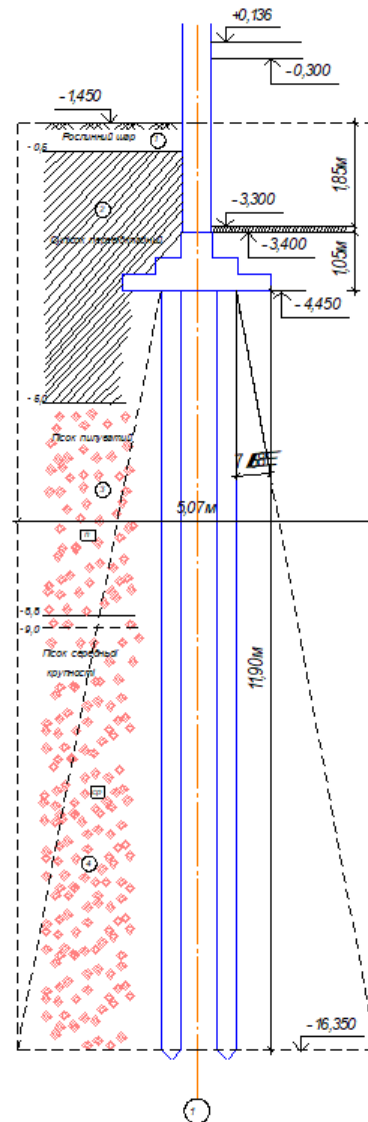


Рисунок 3.6 – Схема до розрахунку пальового фундаменту

Моменти опору умовного фундаменту:

$$W_{x,y} = 5,07 \cdot 5,07^2 / 6 = 21,72 \text{ (м}^3\text{)}$$

Перевіряємо граничні умови рівноваги фундаменту:

$$p_{max,y} = \frac{N^n}{A} + \frac{M_y^n}{w} = \frac{7991,76}{25,7} + \frac{572,04}{21,72} = 337,3 < 1,2R = 2898,94 \text{ (кН)};$$

$$p_{min,y} = \frac{7991,76}{25,7} - \frac{572,04}{21,72} = 284,62 \text{ (кН)};$$

$$\frac{p_{min,y}}{p_{max,y}} = \frac{284,62}{337,3} = 0,84 \geq 0,25;$$

$$p_{max,кут} = \frac{7991,76}{25,7} + \frac{572,04}{21,72} = 337,3 \text{ кПа} < 1,5R = 3623,67 \text{ (кН)};$$

$$p_{max} = 310,9 \text{ (кН)} < R = 2415,78 \text{ (кН)}.$$

Умова виконується.

Оскільки під подошвою умовного фундаменту мілкого закладання в межах стискаємої товщі відсутній шар ґрунту з $E > 100 \text{ МПа}$ і ширина подошви умовного фундаменту $b = 5,07 \text{ м} < 10 \text{ м}$, то в якості методу розрахунку осадок використовуємо метод пошарового підсумовування.

Тиск під подошвою умовного фундаменту:

$$p_0 = p - \sigma_{zgo},$$

$$\sigma_{zgo} = 0,5 \cdot 16,0 + 4,5 \cdot 17,5 + 3,8 \cdot 18,72 + 6,1 \cdot 10 = 218,89 \text{ (кН)};$$

$$p_o = 310,9 - 218,89 = 92,01 \text{ (кН)}.$$

Оскільки $p_0 > 0$, то є осадка пальового фундаменту. Результати розрахунків осадки пальового фундаменту приведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Розрахунок осідань пальового фундаменту

z	2z/b	α	σ_{Zpi}	σ_{Zgi}	σ_{Zpcep}	E_i	h_i	S_i
0	0	1,0	92,0	218,89	-	-	-	-
1,01	0,4	0,961	88,4	229,0	90,2	33000	1,01	0,002218
2,03	0,8	0,8	73,6	239,2	81,0	33000	1,01	0,001992
3,04	1,2	0,607	55,8	249,3	64,7	33000	1,01	0,001591
4,06	1,6	0,450	41,4	259,5	48,6	33000	1,01	0,001195

Σ 0,0069951

$$\sigma_{Zp} = 41,4 < 0,2\sigma_{Zg} = 51,9 \text{ кПа},$$

$$S = 0,7 \text{ (см)} < S_u = 10 \text{ (см)}.$$

Отже, осідання становить 0,7см , що менше допустимого значення осадки для заданої будівлі. Отже, розміри фундаменту достатні.

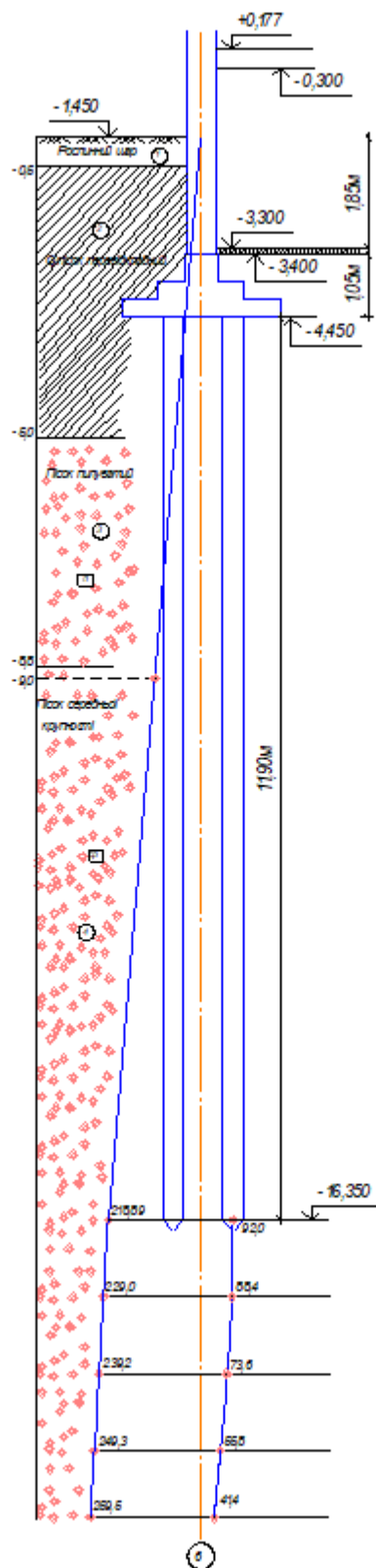


Рисунок 3.7 – Визначення осадки пальового фундаменту

Таблиця 3.6 – Визначення обсягів робіт для фундаменту мілкового закладання

№ п/п	Найменування робіт і витрат	Один. вим.	Формула підрахунку	Кількість
1	Розробка ґрунту котловану екскаватором типу драглайн	1000м ³	$V_k = \frac{l^6 + l}{2} \cdot \frac{b^6 + b}{2} \cdot h = \frac{9,61 + 3,75}{2} \times \frac{12,49 + 6,63}{2} \cdot 3,9 = 249,06(м^3)$	0,249
2	Влаштування бетонної підготовки	м ³	$V=(b+0,2) \cdot (l+0,2) \cdot 0,1=(3,3+0,2) \times (3,3+0,2)=1,225 (м^3)$	1,225
3	Влаштування монолітних залізобетонних фундаментів	м ³	$V_{\phi}=3,3 \cdot 3,3 \cdot 0,45+1,8 \cdot 1,8 \cdot 0,45+0,6 \cdot 0,6 \cdot 1,05=6,74 (м^3)$	6,74
4	Кількість арматури	кг	$G=V_{\phi} \cdot 0,01 \cdot 7850=6,74 \cdot 0,01 \cdot 7850=528,9(кг)$	528,9
5	Зворотня засипка котловану ґрунтом	1000 м ³	$V_{зас} = V_k - V_{\phi} - V_{підв} = 249,06 - 1,225 - 6,74 - (3,33 \cdot 3,75 \cdot 1,95) = 216,75(м^3)$	0,217
6	Ущільнення ґрунту	100 м ³	$V_{ущ} = V_{зас}=216,75 (м^3)$	2,17

Визначаємо об'єми робіт, які потрібно виконати для влаштування фундаменту під колону із забивних паль. Визначення об'ємів робіт зведено в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Визначення обсягів робіт для пальового фундаменту

п. №	Найменування робіт і витрат	Один. вим.	Формула підрахунку	Кількість
1	Розробка котловану екскаватором типу драглайн (V _{ков} = 1 м ³)	1000м ³	$V_k = \frac{l^6 + l}{2} \cdot \frac{b^6 + b}{2} \cdot h = \frac{8,25 + 3,75}{2} \times \frac{11,13 + 6,63}{2} \cdot 3 = 159,84(м^3)$	0,160
2	Забивання паль С12-30	п.м.	5·12=60(п.м.)	60
		м ³	0,30·0,30·12·5=5,4 (м ³)	5,4

3	Влаштування бетонної підготовки	м ³	$V=(b+0,2) \cdot (l+0,2) \cdot 0,1=(2,1+0,2) \cdot (2,1+0,2) \cdot 0,1=0,529 \text{ (м}^3\text{)}$	0,529
4	Влаштування монолітного залізобетонного ростверку	м ³	$V_{\phi}=2,1 \cdot 2,1 \cdot 0,3+1,2 \cdot 1,2 \cdot 0,3+0,6 \cdot 0,6 \cdot 0,45=1,917 \text{ (м}^3\text{)}$	1,917
5	Кількість арматури	кг	$G=V_{\phi} \cdot 0,01 \cdot 7850=1,917 \cdot 0,01 \cdot 7850=150,48 \text{ (кг)}$	151
6	Зворотня засипка котловану ґрунтом	1000 м ³	$V_{зас} = V_k - V_{\phi} - V_{нидв} = 159,84 - 0,529 - 1,917 - (4,03 \cdot 3,75 \cdot 1,95) = 127,22 \text{ (м}^3\text{)}$	0,127
7	Ущільнення ґрунту у пазухах	100 м ³	$V_{ущ} = V_{зас}=127,22 \text{ (м}^3\text{)}$	1,27

Отримані дані обчислень з таблиць визначення кошторисної вартості для фундаментів мілкового закладання та забивних паль зводимо в таблицю 3.8.

Таблиця 3.8 – Техніко-економічне порівняння варіантів фундаментів

Тип фун-даменту	Кошторисна вартість		Витрати праці робітників	
	тис. грн.	%	люд-год.	%
мілкового закладання	23,125	100	260	108
з забивних паль	33,178	144	220	100

Порівнюючи ТЕП кожного варіанту фундаменту видно, що більш економічним є паливий фундамент під монолітну колону. В подальшому виконуємо розрахунок і конструювання саме цього фундаменту.

3.5. Розрахунки ростверку

3.5.1 Розрахунок міцності ростверку паливого фундаменту

Розрахункове навантаження ($\gamma_f = 1,1$): $N = 2889,33 \text{ кН}$;

$$M_x = 0 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_y = 572,04 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$\text{бетон класу В25: } R_{bt} = \gamma_{\text{с2}} \cdot 1,05 = 1,1 \cdot 1,05 = 1,16 \text{ МПа};$$

$$R_b = \gamma_{\text{с2}} \cdot 14,5 = 1,1 \cdot 14,5 = 15 \text{ МПа};$$

$$\text{арматура класу А400С: } R_s = 365 \text{ МПа};$$

$$\text{глибина закладання фундаменту } d = 3,0 \text{ м};$$

$$\text{висота ростверка } H_f = 1,05 \text{ м};$$

$$\text{розміри підосви ростверка } l = 2,1 \text{ м і } b = 2,1 \text{ м};$$

$$\text{розміри підколонника в плані } h_c = 0,6 \text{ м і } b_c = 0,6 \text{ м}.$$

Реакція палі від навантаження колоною:

$$F = \frac{N}{n} + \frac{M_y y_i}{\sum_1^n y_i^2} = \frac{2889,33}{5} + \frac{572,04 \cdot 0,8}{4 \cdot 0,8^2} = 756,6 \text{ (кН)}$$

Продавлююча сила для позacentрово навантажених ростверків:

$$F_{per} = 3F = 3 \cdot 756,6 = 2270 \text{ (кН)}$$

Робоча висота ростверка на продавлиуючій ділянці:

$$h_0 = 750 - 50 = 700 \text{ (мм)}$$

Відстань від грані колони до паралельної їй площини, яка проходить по внутрішній грані найблищого ряду паль:

$$c = 800 - 300 - 150 = 350 \text{ (мм)}$$

$$\alpha_0 = \frac{h_0}{c} = \frac{700}{350} = 2.$$

Граничне значення продавлиуючої сили:

$$4 \cdot 0,7 \cdot 1,16 \cdot 10^3 \cdot 1,1(0,5 + 0,35) = 3036 \text{ (кН)} > F_{per} = 2270 \text{ кН}.$$

Міцність ростверка на продавливання забезпечена.

3.5.2 Розрахунок ростверка на продавливання крайньою палею

Робоча висота ростверка:

$$h_0 = 750 - 50 = 700 \text{ (мм)}$$

$$\text{Знаходимо: } b_{01} = b_{02} = 300 + 100 = 400 \text{ (мм)}$$

$$c_{01} = c_{02} = \frac{2100 - (600 + 400 \cdot 2)}{2} = 350(\text{мм})$$

При $\alpha_0 = \frac{h_{01}}{c_{01}} = \frac{700}{350} = 2$ приймаємо $\beta = 0,932$.

Вага ростверка і ґрунта:

$$G = b \cdot l(h + 1,95)\gamma_{mt}\gamma_f = 2,1 \cdot 2,1 \cdot 3 \cdot 20 \cdot 1,1 = 291,1(\text{кН})$$

Поздовжня сила і момент на рівні підшви ростверку:

$$N_{lot} = N + G = 2889,33 + 291,1 = 3180,4(\text{кН})$$

$$M_{lot} = M + Qh = 572,04(\text{кН} \cdot \text{м})$$

Розрахункове навантаження на кутову палю:

$$F_{a1} = \frac{N_{lot}}{n} + \frac{M_{lot}y_i}{\sum_1^n y_i^2} = \frac{3180,4}{5} + \frac{572,04 \cdot 0,8}{4 \cdot 0,8^2} = 814,8(\text{кН})$$

Граничне навантаження на палю:

$$1,16 \cdot 10^3 \cdot 0,7 \cdot 2(0,932(0,4 + 0,7/2)) = 1135,2(\text{кН}) > F_{a1} = 814,8\text{кН}$$

Міцність ростверка на продавлювання забезпечена.

3.5.3 Розрахунок ростверка на згин

Згинаючий момент, який проходить по граням підколонника:

$$M_1 = 3 \cdot F_{a1} \cdot 0,5 - \frac{G \cdot 0,75^2}{2,1 \cdot 2} = 3 \cdot 814,8 \cdot 0,5 - \frac{291,1 \cdot 0,75^2}{2,1 \cdot 2} = 1183,2(\text{кН})$$

Необхідна площа перерізу арматури при

$$\theta_1 = \frac{M_1}{R_b \cdot b \cdot h_{01}^2} = \frac{1183,2}{16 \cdot 10^3 \cdot 2,1 \cdot 0,7^2} = 0,0718, \quad \nu_1 = 0,9$$

$$A_{s1} = \frac{1183,2}{365 \cdot 10^3 \cdot 0,9 \cdot 0,7} = 0,0051(\text{м}^2) = 51(\text{см}^2)$$

Згинаючий момент, який проходить по граням колони:

$$M_2 = 3 \cdot F_{a1} \cdot 0,6 - \frac{G \cdot 0,85^2}{2,1 \cdot 2} = 3 \cdot 814,8 \cdot 0,6 - \frac{291,1 \cdot 0,85^2}{2,1 \cdot 2} = 1416,6(\text{кН})$$

Необхідна площа перерізу арматури при

$$\theta_2 = \frac{M_2}{R_b \cdot b \cdot h_{01}^2} = \frac{1416,6}{16 \cdot 10^3 \cdot 2,1 \cdot 0,7^2} = 0,086, \quad \nu_1 = 0,96$$

$$A_{s2} = \frac{1416,6}{365 \cdot 10^3 \cdot 0,96 \cdot 0,7} = 0,0057(m^2) = 57,7(cm^2)$$

Приймаємо поздовжню і поперчну арматуру 12ø28, $A_s = 58,0 \text{ см}^2$.

3.5.4 Перевірка міцності похилих перерізів ростверка на згинаючий момент і розрахунок на місцевий згин

Граничне значення поперечної сили дорівнює:

$$Q = \frac{1,5}{1,25} \cdot b \cdot h_{01} \cdot R_{bt} \frac{h_{01}}{c} = \frac{1,5}{1,25} \cdot 2,1 \cdot 0,7 \cdot 1,16 \cdot 10^3 \cdot 2 = 4092,5(kH) > 3F_{a1} \\ = 2444,4kH.$$

Міцність похилих перерізів на згинаючий момент забезпечена.

Розрахунок ростверка на місцевий згин

Перевіряємо умову:

$$2 \cdot R_b \cdot A_c = 2 \cdot 16 \cdot 10^3 \cdot 0,5^2 = 8000(kH) > N = 2889,33kH.$$

Отже, міцність ростверка на згин під колоною забезпечена.

4. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

4.1. Технологічна карта на зведення каркасу

4.1.1 Вихідні дані

Даний будинок має дванадцять поверхів, висота поверхів 3,0 м, першого поверху 3,3м, підвал висотою 3,0м. Загальна висота будівлі складає 40,3 м.

Стіни передбачені з пінобетону, товщина зовнішніх стін 380 мм, внутрішніх 380 і 250 мм, містять вентиляційні канали.

Перекрыття виконується з монолітних залізобетонних плит товщиною 180мм. Покриття виконується з монолітних залізобетонних плит товщиною 180мм.

4.1.2 Визначення об'ємів робіт

Використовуючи плани та розрізи будівлі, підраховуємо об'єми пінобетонної кладки зовнішніх та внутрішніх стін, пінобетонних перегородок. Рахуємо об'єм бетону при зведенні монолітних стін підвалу, монолітних колон та монолітного перекрыття.

Об'єм кладки визначаємо як добуток довжини стіни на її висоту(відстань між відмітками поверхів) і на її товщину, в залежності від типу і складності пінобетонної кладки. Якщо стіна має дверні та віконні отвори, то об'єм кладки буде визначатись, як різниця загального об'єму стіни та об'єму отворів, що є в стіні.

Об'єми робіт по зведенню будівлі наведені в табл. 4.1-4.5.

[illegible]

Таблиця 4.2 – Відомість підрахунку об'єму робіт по пінобетонним стінам та перегородкам типового поверху

Вісь стіни	Довжина стіни, м	Відмітки, м		Висота стіни, м	Площа, м ²			Тов. стіни, м	Об'єм кладки, м ³
		від	до		Стіни	Отворів	Стіни без отв.		
1	2	3	4	5	7	8	9	10	11
Г,А	4,97	3,8	6,8	2,77	13,77	4,66	9,11	0,51	4,65
А,Б	3,91	3,8	4,97	1,6	6,26	-	6,26	0,12	0,75
	4,66	3,8	6,8	2,77	12,91	3,83	9,08	0,51	4,63
Б,В	2,34	3,8	6,8	2,77	6,48	1,39	5,09	0,25	1,32
В,Г	4,28	3,8	6,8	2,77	11,86	2,07	9,79	0,12	1,27
Ж,Е	5,48	3,8	6,8	2,77	15,18	3,4	11,78	0,51	6,01
Г,Д	2,34	3,8	6,8	2,77	6,48	1,39	5,09	0,51	2,6
Д,И	3,91	3,8	4,97	1,6	6,26	-	6,26	0,12	0,75
	4,66	3,8	6,8	2,77	12,91	3,83	9,08	0,51	4,63
И,Ж	5,33	3,8	6,8	2,77	14,76	4,66	10,1	0,51	5,15
Ж,Е	3,92	3,8	4,97	1,6	6,27	-	6,27	0,12	0,75
10,2	2,85	3,8	6,8	2,77	7,89	2,03	5,86	0,51	2,99
Ж,Д	4,22	3,8	6,8	2,77	11,69	1,23	10,46	0,51	5,33
2,4	5,48	3,8	6,8	2,77	15,18	4,66	10,52	0,51	5,36
Ж,Е	3,2	3,8	6,8	2,77	8,86	2,3	6,56	0,51	3,35
4,8	3,75	3,8	6,8	2,77	10,39	2,3	8,09	0,51	4,13
Ж,Д	8,26	3,8	6,8	2,77	22,88	10,29	12,59	0,51	6,42
Ж,Г	3,4	3,8	4,97	1,6	5,44	-	5,44	0,12	0,65
	4,16	3,8	6,8	2,77	11,52	1,39	10,13	0,51	5,17
10-5,Ж	2,4	3,8	6,8	2,77	6,65	5,54	1,11	0,51	0,57
	1,38	3,8	6,8	2,77	3,82	-	3,82	0,25	0,96
Г,В	5,33	3,8	6,8	2,77	14,76	4,66	10,1	0,51	5,15
5-В	2,71	3,8	6,8	2,77	7,51	2,22	5,29	0,51	2,7
В-Б	3,4	3,8	4,97	1,6	5,44	-	5,44	0,12	0,65
	4,16	3,8	6,8	2,77	11,52	1,39	10,13	0,51	5,17
Б-Г	8,26	3,8	6,8	2,77	22,88	10,29	12,59	0,51	6,42
10,5	2,4	3,8	6,8	2,77	6,65	5,54	1,11	0,51	0,57
	1,38	3,8	6,8	2,77	3,82	-	3,82	0,25	0,96
10,11	13,5	3,8	6,8	2,77	37,4	2	35,4	0,51	18,05
Ас	2,2	3,8	6,8	2,77	6,1	2,22	3,88	0,51	1,98
Б	2,8	3,8	6,8	2,77	7,73	2,49	5,24	0,51	2,67
Д	1,1	3,8	6,8	2,77	3,05	1,39	1,65	0,51	0,85
	1,5	3,8	6,8	2,77	4,2	2,78	1,42	0,25	0,36
И	1,87	3,8	6,8	2,77	5,18	2,4	2,78	0,51	1,42
Всього по зовнішнім стінам								174,39 м ³	
А,Б	6,5	3,8	6,8	2,77	18	-	18	0,25	4,5
В-Г	4,1	3,8	6,8	2,77	11,36	-	11,36	0,25	2,84
Г-Д	3,8	3,8	6,8	2,77	10,53	-	10,53	0,25	2,63
	1,8	3,8	6,8	2,77	4,99	0,15	4,84	0,38	1,74
Д-Ж	1,6	3,8	6,8	2,77	4,44	-	4,44	0,25	1,11
Всього по внутрішнім стінам								14,82 м ³	

А	0,95	3,8	6,8	2,77	2,63	-	2,63	0,12	0,32
Г,А	6	3,8	6,8	2,77	16,62	2,22	14,4	0,12	1,73
	5,8	3,8	6,8	2,77	16,07	-	16,07	0,12	1,93
А,Б	6,5	3,8	6,8	2,77	18	-	18	0,12	2,16
	3,9	3,8	6,8	2,77	10,8	-	10,8	0,12	1,3
В-Г	15,6	3,8	6,8	2,77	43,21	-	43,21	0,12	5,19
	6,2	3,8	6,8	2,77	17,17	-	17,17	0,12	2,06
Г-Д	1	3,8	6,8	2,77	2,77	-	2,77	0,12	0,33
	3,4	3,8	6,8	2,77	9,42	-	9,42	0,12	1,13
Д-Ж	5,5	3,8	6,8	2,77	15,24	-	15,24	0,12	1,83
	2,5	3,8	6,8	2,77	6,9	-	6,9	0,12	0,83
Ж-И	4,63	3,8	6,8	2,77	12,83	-	12,83	0,12	1,54
И-Ж	8,33	3,8	6,8	2,77	23,07	-	23,07	0,12	2,77
	6,2	3,8	6,8	2,77	17,17	2,5	14,68	0,12	1,76
Всього по перегородкам								34,88 м³	

Таблиця 4.3 – Відомість підрахунку об'єму робіт по влаштуванню монолітних колон будинку

Назва конструкції	Марка	Одиниця	Кількість	Маса, т	Загальна маса, т	Загальний об'єм, м³
1-й поверх						
Колона монолітна 50х50см	6К-60-1	шт	36	1,64	59,04	33,3
Колона монолітна 600х30см	6К-67-1	шт	4	10,4	41,6	25,01
типовий поверх (2-12-ий поверх)						
Колона монолітна 50х50см	6К-120-1	шт	36	1,19	42,9	28,8
Колона монолітна 600х30см	6К-67-2	шт	4	10,05	40,2	23,66
Всього					219,78 м³	

Таблиця 4.4 – Відомість підрахунку об'єму робіт по влаштуванню монолітного перекриття будинку

Назва конструкції	Марка	Одиниця	Кількість	Загальний об'єм, м³	Загальна маса, т
1-й поверх					
Монолітна плита перекриття	Пм6-2	м³	1	78,9	620,61
2-12 поверхи (типові)					
Монолітна плита перекриття	Пм6-4	м³	15	1958,4	617,93
Всього				1334,76 т	

Таблиця 4.5 – Відомість підрахунку об'єму робіт по збірним ЗБК будинку

Назва конструкції	Марка	Одиниця	Кількість	Маса одного,т	Загальна маса,т
1-й поверх					
Перемички	Пр-2	шт	42	0,081	3,402
2-12 поверхи (типові)					
Перемички	Пр-4	шт	990	0,065	64,35
Всього					74,846т
Марш сходовий	1ЛМ30.11.15-4	шт	26	1,48	63,64
Площадка сходова	1ЛП.22.12-4-к-у	шт	13	0,93	38,13

4.1.3 Калькуляція працевитрат та заробітної плати

Після підрахунку об'ємів робіт по цегляній кладці, влаштуванню монолітних колон, перекриття та інших з/б елементів визначаємо роботи, які виконуватимуться на нашому об'єкті і розраховуємо працевитрати та заробітну плату.

Для складання калькуляції використовуємо ДБНи та РЕКНи України, які є чинними в даний період.

В калькуляції повинні бути визначені працевитрати і заробітна плата робочих на виконання робіт по кожному процесу, а також до всього комплексу робіт по зведенню будівлі.

В кінці калькуляції підраховуємо загальні працевитрати і заробітну плату на весь комплекс робіт по зведенню конструкцій будівлі.

Калькуляція працевитрат та заробітної плати складається у табличній формі, див. Додаток 1, яка виконана за допомогою програмного комплексу АВК.

4.1.4 Вибір оптимальної технології виконання БМР

Для влаштування монолітної колони використовують металеву опалубку. Зібрану опалубку колони вивіряють по вертикалі. Колони бетонують

безперервно на всю висоту. Бетонну суміш обережно завантажують зверху і ущільнюють її внутрішніми вібраторами.

Монтаж залізобетонних конструкцій будівлі (сходові марші, сходові площадки, перемички) є комплексним процесом, який складається з простих процесів та операцій: строповки, підйому та встановлення конструкцій в проектне положення.

Для замонолічування перекриття також використовують опалубки.

Після влаштування перекриття приступають до зведення наступного поверху.

Будівлю зводять з використанням баштового крана. Кран обслуговує всю зону робіт, включаючи склади, площадки для приймання бетону, подавання бетонної суміші в баддях.

Вибір комплексу машин та механізмів для виконання робіт.

Зведення надземної частини починати тільки після закінчення всіх робіт нульового циклу та влаштування горизонтальної гідроізоляції.

Кладку внутрішніх стін починають тільки після кладки зовнішніх. Потім ведуться роботи по влаштуванню елементів сходів. В останню чергу бетонується перекриття, після чого приступають до будівництва наступного поверху.

При монтажі конструкцій використовується баштовий кран з слідуючими монтажними характеристиками:

Монтажна маса, т:

$$Q_m = Q_e + \sum q;$$

де Q_e - маса вантажного елемента (баддя з розчином);

$\sum q$ - маса вантажозахватних пристроїв (строп чотирьоххватковий для монтажу сходових площадок чи перекриттів, покрить).

$$Q_m = 5,5 + 0,048 = 5,548 \text{ (т)}.$$

Висота підйому крюка крану, м:

$$H_m = H_o + h_z + h_{ел} + h_{п},$$

де H_o - перевищення опори елемента, який монтується над рівнем стоянки крану, м;

h_3 - запас по висоті (не менше 0,5м);

$h_{ел}$ - висота елемента (м);

$h_{п}$ - довжина поліспада.

$$H_M = 59,47 + 0,5 + 1,5 + 4,5 = 65,97 \text{ (м)}.$$

Максимально необхідний виліт стріли, м:

$$L = l_T + l_{п} + c,$$

де l_T - відстань від осі обертання крана до шарніра стріли, м;

$l_{п}$ - відстань від шарніра стріли до зовнішньої грані будівлі, м;

c - відстань від зовнішньої грані стіни до центра тяжіння конструкції, м.

$$L = 7,5/2 + 2 + 27,1 = 32,85 \text{ (м)}.$$

Відповідно обчислених характеристик вибираємо баштовий кран КБ 676, $Q=8,28\text{т}$, $H=120\text{м}$, $L=35\text{м}$.

4.1.5 ТЕП проекту

Тривалість виконання робіт 110 днів;

Трудомісткість виконання робіт 4800 люд/зм;

Трудомісткість влаштування 1м^3 каркасу 0,42 люд/год/ м^3 ;

Виробіток на 1-го робітника за зміну 3,5 $\text{м}^3/\text{зм}$.

4.2. Технологічна карта на влаштування покрівлі

4.2.1 Область застосування та склад робіт

Технологічна карта розроблена для виконання робіт із влаштування рулонної покрівлі житлового будинку в м. Києві. До складу робіт входять: підготовка основи, улаштування пароізоляції, укладання теплоізоляційного шару, виконання цементно-піщаної стяжки, наклеювання рулонного покрівельного килима та влаштування захисного шару з гравію.

До початку покрівельних робіт мають бути завершені основні будівельно-монтажні процеси зі зведення будівлі, перевірена та прийнята основа під покрівлю, підготовлені водостоки, матеріали, інструменти, обладнання та інвентар. Основа повинна бути рівною, очищеною від пилу, бруду та будівельного сміття.

Готова покрівля повинна забезпечувати надійний відвід дощових і талих вод, відповідати проєктним ухилам та мати якісно виконані примикання до парапетів, вентиляційних шахт, деформаційних швів і водоприймальних елементів. Відхилення фактичного ухилу від проєктного не повинно перевищувати допустимих нормативних значень.

Калькуляція працевитрат і заробітної плати виконується в програмному комплексі АВК-3. На її основі визначається тривалість робіт, склад ланки робітників, потреба в машинах і механізмах, а також розробляється календарний графік виконання покрівельних робіт.

4.2.2 Вказівки до виконання робіт

Покрівельні роботи виконуються окремими захватками, межі яких приймаються з урахуванням водорозділів, деформаційних швів, парапетів, вентиляційних шахт та інших виступаючих конструкцій. Для запобігання пошкодженню вже виконаних ділянок роботи починають із найбільш віддалених зон від місця подавання матеріалів.

Пароізоляційний шар улаштовують по сухій, очищеній і прогрунтованій основі. Грунтовку наносять рівномірно, без пропусків і напливів. Після підготовки основи укладають теплоізоляційні плити. Утеплювач розміщують щільно, без розривів і значних зазорів, а шви між плитами заповнюють крихтою з теплоізоляційного матеріалу. Під час укладання контролюють щільність прилягання плит, їх вологість та відповідність проєктній товщині шару.

Цементно-піщану стяжку виконують смугами між маячними рейками. Роботи ведуть послідовно, з дотриманням проєктних ухилів. Після твердіння

розчину поверхню стяжки перевіряють на рівність, очищують та за необхідності ґрунтують перед наклеюванням рулонного килима.

Наклеювання рулонного покрівельного матеріалу виконують після повної підготовки основи. Поверхня повинна бути сухою, рівною, очищеною від пилу та сміття. Роботи починають від понижених ділянок, карнизів або деформаційних швів, поступово переходячи до вищих зон покрівлі. Особливу увагу приділяють місцям примикання до парапетів, вентиляційних каналів, шахт та інших виступаючих елементів.

Захисний шар улаштовують після приймання рулонного покрівельного килима. Для цього використовують гравій фракції 5–10 мм, втоплений у мастику. Роботи виконують смугами, починаючи з ділянок, найбільш віддалених від місця подавання матеріалів.

4.2.3 ТЕП

Відомість потреби в інструментах, механізмах та пристроях приводимо в табличній формі в Додатку 4.

Тривалість виконання робіт 22 дні;

Трудовісткість виконання робіт 4800 люд/зм;

Трудовісткість влаштування покрівлі 0,42 люд/год/м³;

Виробіток на 1-го робітника за зміну 2,39 м²/зм.

5. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

5.1. Загальні положення

Виконання будівельних робіт здійснюється на підставі затвердженої проєктної документації та відповідного дозволу, який надає право замовнику і генеральному підряднику розпочати будівництво об'єкта, виконувати підготовчі та основні будівельно-монтажні роботи, а також здійснювати підключення до інженерних мереж згідно з установленим порядком.

Дозвіл на виконання будівельних робіт оформлюється замовником через відповідні органи державного архітектурно-будівельного контролю. Для його отримання подаються заява, документи на право власності або користування земельною ділянкою, рішення про дозвіл на будівництво, затверджена проєктна документація, документи про призначення відповідальних виконавців робіт, а також матеріали щодо здійснення технічного та авторського нагляду.

Після розгляду поданих документів уповноважений орган приймає рішення про надання дозволу на виконання будівельних робіт або надає обґрунтовану відмову. У разі позитивного рішення дозвіл реєструється, а відповідні відмітки вносяться до проєктної документації, загального журналу робіт та журналу авторського нагляду. Зазначені документи повинні зберігатися на будівельному майданчику протягом усього періоду виконання робіт.

Після початку будівництва замовник повідомляє про це орган державного архітектурно-будівельного контролю у встановлений термін. У разі зміни замовника, генерального підрядника або передачі права на будівництво іншій особі дозвіл підлягає перереєстрації. Якщо будівництво тимчасово припиняється або об'єкт консервується, замовник зобов'язаний оформити відповідні документи згідно з чинним порядком.

Дозвіл на виконання будівельних робіт видається на весь нормативний або передбачений договором строк будівництва. За необхідності його дія може бути продовжена на підставі звернення замовника із зазначенням обсягів виконаних

робіт, відповідальних інженерно-технічних працівників, осіб технічного та авторського нагляду.

5.2. Проектування і розрахунок календарного графіка виконання робіт

Використовуючи плани та розрізи будівлі підраховуємо об'єми цегляної кладки зовнішніх та внутрішніх стін, цегляних перегородок. Рахуємо об'єм бетону при зведенні монолітних стін підвалу, монолітних колон та монолітного перекриття.

Об'єм кладки визначаємо як добуток довжини стіни на її висоту(відстань між відмітками поверхів) і на її товщину, в залежності від типу і складності цегляної кладки. Якщо стіна має дверні та віконні отвори, то об'єм кладки буде визначатись, як різниця загального об'єму стіни та об'єму отворів, що є в стіні.

Підрахунок ведемо у табличній формі, табл.. 5.1-5.5.

Таблиця 5.1 – Відомість підрахунку об'єму робіт по пінобетонним стінам та перегородкам першого поверху

Вісь стіни	Довжина стіни, м	Відмітки, м		Висота стіни, м	Площа, м ²			Товщина стіни, м	Об'єм кладки, м ³
		від	до		Стіни	Отворів	Стіни без отворів		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
А	9,12	-3,3	0	2,95	26,9	-	26,9	0,25	6,73
В	1,1	-3,3	0	2,95	3,25	-	3,25	0,25	0,81
В,Д	9	-3,3	0	2,95	26,55	-	26,55	0,25	6,64
Д	1,1	-3,3	0	2,95	3,25	-	3,25	0,25	0,81
Д,Ж	9,12	-3,3	0	2,95	26,9	-	26,9	0,25	6,73
1-2,Ж	3,6	-3,3	0	2,95	10,62	-	10,62	0,25	2,66
Ж-И	3,5	-3,3	0	2,95	10,33	-	10,33	0,25	2,58
2-4	6,3	-3,3	0	2,95	18,59	2,05	16,54	0,25	4,13
И-Ж	2,6	-3,3	0	2,95	7,67	-	7,67	0,25	1,92
4-10,Ж	3,7	-3,3	0	2,95	10,92	4,72	6,2	0,25	1,55
Ж,10	1,6	-3,3	0	2,95	4,72	-	4,72	0,25	1,18
Ж,Г	3,6	-3,3	0	2,95	10,62	-	10,62	0,25	2,66
Г	2,2	-3,3	0	2,95	6,49	-	6,49	0,25	1,62
Г-В	5,6	-3,3	0	2,95	16,52	-	16,52	0,25	4,13
В	2,15	-3,3	0	2,95	6,34	-	6,34	0,25	1,59
В-А	3,6	-3,3	0	2,95	10,62	2,05	8,57	0,25	2,14
10-5, Б-А	1,6	-3,3	0	2,95	4,72	-	4,72	0,25	1,18
Б-Г	7,1	-3,3	0	2,95	20,95	5,9	15,05	0,25	3,76
9-10	13,6	-3,3	0	2,95	40,12	-	40,12	0,25	10,03
Всього по зовнішнім стінам								115,32 м ³	
Ж,Ж	1,2	-3,3	0	2,95	3,54	-	3,54	0,25	0,89
Ж,Г	1,7	-3,3	0	2,95	5,02	-	5,02	0,25	1,25
Б,А	5,48	-3,3	0	2,95	16,17	-	16,17	0,25	4,04
В	12	-3,3	0	2,95	35,4	20,4	15	0,12	1,8
Всього по внутрішнім стінам								6,18 м ³	
Ж,Е	15,36	-3,3	0	2,95	45,3	8,5	36,8	0,12	4,42
Ж,Г	1,67	-3,3	0	2,95	4,93	-	4,93	0,12	0,6
Г,Б	3,35	-3,3	0	2,95	9,88	-	9,88	0,12	1,19
В	12	-3,3	0	2,95	35,4	202,4	13	0,12	1,8
Всього по перегородкам								5,23 м ³	

Таблиця 5.2 – Відомість підрахунку об'єму робіт по пінобетонним стінам та перегородкам типового поверху

Вісь стіни	Довжина стіни, м	Відмітки, м		Висота стіни, м	Площа, м ²			Товщина стіни, м	Об'єм клад-ки, м ³
		від	до		Стіни	Отворів	Стіни без отворів		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Г,А	4,97	3,8	6,8	2,77	13,77	4,66	9,11	0,51	4,65
А,Б	3,91	3,8	4,97	1,6	6,26	-	6,26	0,12	0,75
	4,66	3,8	6,8	2,77	12,91	3,83	9,08	0,51	4,63
Б,В	2,34	3,8	6,8	2,77	6,48	1,39	5,09	0,25	1,32
В,Г	4,28	3,8	6,8	2,77	11,86	2,07	9,79	0,12	1,27
Ж,Е	5,48	3,8	6,8	2,77	15,18	3,4	11,78	0,51	6,01
Г,Д	2,34	3,8	6,8	2,77	6,48	1,39	5,09	0,51	2,6
Д,И	3,91	3,8	4,97	1,6	6,26	-	6,26	0,12	0,75
	4,66	3,8	6,8	2,77	12,91	3,83	9,08	0,51	4,63
И,Ж	5,33	3,8	6,8	2,77	14,76	4,66	10,1	0,51	5,15
Ж,Е	3,92	3,8	4,97	1,6	6,27	-	6,27	0,12	0,75
10,2	2,85	3,8	6,8	2,77	7,89	2,03	5,86	0,51	2,99
Ж,Д	4,22	3,8	6,8	2,77	11,69	1,23	10,46	0,51	5,33
2,4	5,48	3,8	6,8	2,77	15,18	4,66	10,52	0,51	5,36
Ж,Е	3,2	3,8	6,8	2,77	8,86	2,3	6,56	0,51	3,35
4,8	3,75	3,8	6,8	2,77	10,39	2,3	8,09	0,51	4,13
Ж,Д	8,26	3,8	6,8	2,77	22,88	10,29	12,59	0,51	6,42
Ж,Г	3,4	3,8	4,97	1,6	5,44	-	5,44	0,12	0,65
	4,16	3,8	6,8	2,77	11,52	1,39	10,13	0,51	5,17
10-5,Ж	2,4	3,8	6,8	2,77	6,65	5,54	1,11	0,51	0,57
	1,38	3,8	6,8	2,77	3,82	-	3,82	0,25	0,96
Г,В	5,33	3,8	6,8	2,77	14,76	4,66	10,1	0,51	5,15
5-В	2,71	3,8	6,8	2,77	7,51	2,22	5,29	0,51	2,7
В-Б	3,4	3,8	4,97	1,6	5,44	-	5,44	0,12	0,65
	4,16	3,8	6,8	2,77	11,52	1,39	10,13	0,51	5,17
Б-Г	8,26	3,8	6,8	2,77	22,88	10,29	12,59	0,51	6,42
10,5	2,4	3,8	6,8	2,77	6,65	5,54	1,11	0,51	0,57
	1,38	3,8	6,8	2,77	3,82	-	3,82	0,25	0,96
10,11	13,5	3,8	6,8	2,77	37,4	2	35,4	0,51	18,05
Ас	2,2	3,8	6,8	2,77	6,1	2,22	3,88	0,51	1,98
Б	2,8	3,8	6,8	2,77	7,73	2,49	5,24	0,51	2,67
Д	1,1	3,8	6,8	2,77	3,05	1,39	1,65	0,51	0,85
	1,5	3,8	6,8	2,77	4,2	2,78	1,42	0,25	0,36
И	1,87	3,8	6,8	2,77	5,18	2,4	2,78	0,51	1,42
Всього по зовнішнім стінам								174,39 м ³	
А,Б	6,5	3,8	6,8	2,77	18	-	18	0,25	4,5
В-Г	4,1	3,8	6,8	2,77	11,36	-	11,36	0,25	2,84
Г-Д	3,8	3,8	6,8	2,77	10,53	-	10,53	0,25	2,63

Таблиця 5.4 – Відомість підрахунку об'єму робіт по влаштуванню монолітного перекриття будинку

Назва конструкції	Марка	Одиниця	Кількість	Загальний об'єм, м ³	Загальна маса, т
1-й поверх					
Монолітна плита перекриття	Пм6-2	м ³	1	78,9	620,61
2-12 поверхи (типові)					
Монолітна плита перекриття	Пм6-4	м ³	15	1958,4	617,93
Всього				13334,76	

Таблиця 5.5 – Відомість підрахунку об'єму робіт по збірним ЗБК будинку

Назва конструкції	Марка	Одиниця	Кількість	Маса одного, т	Загальна маса, т
1-й поверх					
Перемички	Пр-2	шт	42	0,081	3,402
2-12 поверхи (типові)					
Перемички	Пр-4	шт	990	0,065	64,35
Всього				74,846т	
Марш сходовий	1ЛМ30.11.15-4	шт	26	1,48	63,64
Площадка сходова	1ЛП.22.12-4-к-у	шт	13	0,93	38,13

5.3. Будівельно-монтажні роботи

Складена відомість об'ємів будівельно-монтажних робіт наведена в Додатку 3.

Побудову календарного графіка виконання робіт виконуємо за розрахунковими даними тривалості виконання робіт, кількістю виконавців і змінністю.

Календарний графік побудовано на першому листі графічної частини. Після побудови календарного графіку розраховуємо техніко-економічні показники:

1. Показник нерівномірності руху робочих кадрів

$$\alpha_1 = R_{\max} / R_{\text{ср}} = (46-19)/18 = 1,5$$

де $R_{\text{ср}}$ – середня кількість робітників на об'єкті;

$R_{\max}$ – максимальна кількість робітників на графіку руху робочих кадрів по об'єкту.

2. Показник сталості будівельного потоку в часі

$$\alpha_2 = T_{\text{уст}}/T_{\text{заг}} = 318/686 = 0,46,$$

де $T_{\text{уст}}$ – тривалість робіт в днях на графіку, коли на об'єкті працюють $R_{\text{ср}}$ і більше робітників;

$T_{\text{заг}}$ – загальна тривалість робіт в днях на календарному графіку.

5.4. Проектування будгенплану

1. Визначаємо загальну кількість робітників працюючих на об'єкті за формулою:

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

де 0,89 – коефіцієнт виходу на роботу;

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

$N_{\text{ітр}}$ – кількість інженерно-технічних працівників, яка приймається в кількості 8% від $N_{\max}$, чол;

$N_{\text{моп}}$ – кількість молодшого обслуговуючого персоналу, яка приймається у кількості 2,5 % від $N_{\max}$, чол;

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

$$N_p = 46 \text{ чол.}$$

$$N_{\text{ітр}} = 46 \cdot 0,08 = 4 \text{ чол.}$$

$$N_{\text{моп}} = 46 \cdot 0,025 = 2 \text{ чол.}$$

$$N_{\text{сл}} = 46 \cdot 0,05 = 3 \text{ чол.}$$

$$N_{\text{заг}} = 0,89(46+4+2+3) = 49 \text{ чол.}$$

2. За отриманими даними розраховуємо площі тимчасових будівель і споруд.

Контора будівельної ділянки (виконробська з диспетчерською) розраховуються, виходячи із кількості інженерно-технічних працівників та молодшого обслуговуючого персоналу з розрахунку 5 м^2 площі на одного працівника.

$$S_1 = 5 \cdot \sum (N_{\text{ітр}} + N_{\text{моп}}) = 5(4+2) = 30 \text{ м}^2.$$

Площу гардеробних з умивальниками розраховуємо, виходячи з максимальної кількості робітників, з розрахунку $0,7 \text{ м}^2$ на одного працюючого.

$$S_2 = N_{\text{мак}} \cdot 0,7 = 46 \cdot 0,7 = 32,2 \text{ м}^2.$$

Площа душових приміщень визначається з розрахунку $0,4 \text{ м}^2$ на одного працюючого від суми максимальної кількості робочих (за графіком руху робочих кадрів) та кількості службовців.

$$S_3 = 0,4 \cdot (N_p + N_{\text{сл}}) = 0,4(46+3) = 19,6 \text{ м}^2.$$

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

$$S_4 = N_{\text{заг}} \cdot 0,8 = 49 \cdot 0,8 = 39,2 \text{ м}^2.$$

Площа приміщень для сушіння одягу приймається з розрахунку $0,2 \text{ м}^2$ на одного працівника від загальної кількості робітників, які працюють на об'єкті.

$$S_5 = 0,2 \cdot N_{\text{заг}} = 0,2 \cdot 49 = 9,8 \text{ м}^2.$$

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

$$S_6 = 0,1 \cdot N_{\text{заг}} = 0,1 \cdot 49 = 4,9 \text{ м}^2 > 2,16 \text{ м}^2.$$

Проектування тимчасових будівель і споруд проводиться у відповідності із каталогами уніфікованих типових проектів інвентарних будівель і споруд, а також з урахуванням величин розрахованих площ. Розрахунки і проектування виконуємо в табличній формі (табл. 5.6).

Таблиця 5.6 – Розрахунок і проектування тимчасових будівель

Назва будівлі	Кількість, шт.	Корисна площа, м ²	Розміри, м	Тип будівлі
1	2	3	4	6
Виконробська	1	32,0	4,0×8,0	пересувна
Гардеробні з умивальниками	2	31,5(жін) 27,0(чол)	3,5×9,0 3,0×9,0	пересувна
Душові	1	21,0	6,0×3,5	пересувна
Приміщення для прийому їжі і сушіння	1	48,0	6,0×8,0	пересувна
Туалет	1	6,0	2,0×3,0	збірна

5.5. Розрахунок площі відкритих і закритих складів для будівельних конструкцій, матеріалів і деталей

Відкриті склади використовуються для зберігання матеріалів, які не вимагають захисту від шкідливих атмосферних впливів (бетонні і залізобетонні вироби та конструкції, цегла, керамічні труби, природні та штучні насипні будівельні матеріали та сировина для приготування будівельних сумішей, великорозмірні металеві конструкції та вироби, які покриті захисними покриттями, та інші). Тимчасові відкриті склади проектуються біля місць роботи вантажопідйомних машин і механізмів з урахуванням можливостей під'їзних внутрішньомайданчикових транспортних шляхів.

Тимчасові склади закритого типу використовуються для зберігання матеріалів та конструкцій, які піддаються негативному атмосферному впливу і корозії (цемент, вапно, незахищені металеві вироби та конструкції тощо). Розміри і типи закритих складів проектуються також з урахуванням способів збереження матеріалів і сировини та терміну їх зберігання (термін придатності) і підбираються у

відповідності із нормативними каталогами індустріальних уніфікованих серій тимчасових інвентарних будівель та споруд.

Площу відкритого складу і його розміри розраховуємо в табличній формі (табл. 5.7) з урахуванням добових витрат будівельних матеріалів і виробів.

Таблиця 5.7 – Розрахунок площі відкритого складу

Назва будівельних матеріалів, конструкцій або деталей	Одиниця виміру	Заг. кільк. буд. мат., конструкцій або деталей	Максимальні витрати за добу	Прийнятий запас на складі, днів	Запас матеріалів у натур. показниках	Норма зберігання матеріалу на 1 м ² складу	Розрахункова корисна площа складу, м ²	Коеф. на проходи	Розрахункова площа складу, м ²	Прийнята площа, м ²	Розміри відкрит. складу в плані, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Цегла	Тис. шт.	1027,18	8,035	4	32,14	0,65	20,89	0,4	52,23	60	6×10
Перемички	т	10,1	2,6	3	7,8	0,45	3,51	0,4	8,8	9	3×3
Сходові марші	т	63,64	5,92	3	17,76	0,55	9,77	0,4	24,4	25	5×5
Сходові площадки	т	39,08	3,72	3	11,16	0,55	6,14	0,4	15,35	16	4×4

Тимчасовий закритий склад проектуємо згідно з каталогом інвентарних будівель і споруд. В курсовому проекті для закритого складу приймаємо інвентарну збірно-щитову будівлю з розмірами в плані: ширина 4,5 м, довжина 7 м, висотою 3,5 м. Отже, площа закритого складу складає 31,5 м².

5.6. Проектування та розрахунок мереж тимчасового електропостачання будівельного майданчика

Сумарну розрахункову потужність електроспоживачів на будівельному майданчику визначаємо за формулою

$$P = 1,1 \times \left(\sum \frac{P_c K_1}{\cos \phi_1} + \sum \frac{P_m K_2}{\cos \phi_2} + \sum P_{o.в.} K_3 + \sum P_{o.з.} K_4 \right),$$

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

P_c – силова потужність машини, кВт;

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

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

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

Таблиця 5.8 – Розрахунок електрозабезпечення будівельного майданчика

Споживачі	Одиниця виміру	Кількість	Встанов. потуж. одиниці, кВт	Загальні потреби, кВт	Коеф. попиту	Розрах. потужн, кВт
1	2	3	4	5	6	7
I. Силові споживачі						
Штукатурна станція	шт.	1	26	26	1,1	28,6
Баштовий кран	шт.	1	2,8	2,8	0,2	0,56
Зварювальний апарат (ТЕД-500)	шт.	1	320	30	0,35	10,5
Всього по розділу I:						39,66
III. Освітлення внутрішнє						
Адміністр. – господарські будівлі	м ²	252,5	0,3	75,75	0,8	60,6
Закритий склад	м ²	77	0,1	7,7	0,8	6,16
Всього по розділу III:						66,76
IV. Освітлення зовнішнє						
Охоронне освітлення	шт.	16	1,5	24	0,35	8,4
Освітлення монтажне	шт.	6	0,5	3	0,35	1,05
Всього по розділу IV:						9,45
ВСЬОГО						115,87

За розрахунками підбираємо тимчасову трансформаторну підстанцію КТП 250/6.

5.7. Проектування та розрахунок мереж тимчасового водозабезпечення будівництва

Таблиця 5.9 – Розрахунок тимчасового водозабезпечення

Назва споживача	Одиниця виміру	Кількість	Норми витрат за зміну, л	Коеф. нерівномірності водоспож.	Загальні потреби води, л
1	2	3	4	5	6
I. Виробничі потреби:					

Миття автомобілів	шт	4	250	1,5	1500
Поливання цегли	тис. шт.	1027,18	250	1,1	282474,5
Оштукатурення повер. стін	м ²	5346	8	1,5	64152
Фарбування водними розчинами.	м ²	2918	6	1,5	26262
Всього по розділу I					374388,5
II. Господарсько – побутові потреби					
Санітарно – госп. потреби	чол.	49	20	2	1960
Миття в душі	чол.	46	40	1	1840
Всього по розділу II					3800
III. Потреби води на пожежогасіння					
Пожежогасіння приймаємо за площею буд. майданчика до 2 га	л/с				10

Виробничі витрати води

$$V_{\text{вир}} = \Sigma V_{\text{вир}} \cdot K / (t \cdot 3600) = 374388,5 / (8 \cdot 3600) = 13 \text{ л/с.}$$

Витрати води на господарсько-побутові потреби

$$V_{\text{госп}} = \Sigma V_{\text{госп}} \cdot K / (t \cdot 3600) = 3720 / (8 \cdot 3600) = 0,13 \text{ л/с.}$$

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

Розрахункові сумарні секундні витрати води

$$q_p = V_{\text{вир}} + V_{\text{госп}} + V_{\text{пож}} = 13 + 0,13 + 10 = 23,13 \text{ л/с.}$$

Розрахунковий діаметр труб тимчасового водопроводу для водозабезпечення потреб будівництва

$$\alpha = \sqrt{\frac{4 \cdot q_p \cdot 1000}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 23,13 \cdot 1000}{3,14 \cdot 15}} = 44,32 \text{ мм.}$$

Користуючись нормативною літературою проектуємо тимчасову мережу внутрішньомайданчикowego водопроводу із сталейних зварних труб діаметром 50 мм.

5.8. Техніко-економічні показники проекту

1. Термін будівництва об'єкта 32 місяця.

2. Показник рівномірності будівельного потоку в часі:

$$K_1 = \frac{n_{\text{max}}}{n_{\text{ср}} \frac{46}{30,6}}$$

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

$n_{\text{ср}}$ – середнє число робочих в день (чол)

3. Показник компактності будгенплану:

$$K_2 = \frac{F_3}{F_B} = \frac{1210,18}{2800} = 0,65,$$

де F_B – площа будівельного майданчика, або площа геометричної фігури по межі огороження, м^2 ;

F_3 – площа забудови території будівельного майданчика;

$$F_3 = S_{\text{буд}} + S_{\text{тимч.буд.}} + S_{\text{скл}} + S_{\text{дор}} = 404,38 + 220,8 + 60 + 525 = 1210,18$$

де $S_{\text{буд}}$ – площа будівлі, що споруджується;

$S_{\text{тимч.буд.}}$ – площа тимчасових будівель і споруд;

$S_{\text{скл}}$ – площа відкритого складу;

$S_{\text{дор}}$ – площа доріг та тротуарів.

4. Показник відношення площі тимчасових будівель до площі забудови:

$$K_3 = \frac{F_T}{F_3} = \frac{220,8}{1210,18} = 0,18.$$

5. Показник використання території під склади:

$$K_4 = \frac{F_{\text{ск}}}{F_{\text{буд}}} = \frac{91,5}{404,38} = 0,23,$$

де $F_{\text{ск}}$ – площа відкритого і закритого складів, м^2 ;

$F_{\text{буд}}$ – площа будівельного об'єкту.

6. Показник розвитку мережі тимчасових доріг:

$$K_5 = \frac{F_{\text{д}}}{(F_{\text{СТ}} - F_3)} = \frac{525}{2800 - 1210,18} = 0,33,$$

де $F_{\text{д}}$ – площа тимчасових всередині майданчикових автодоріг, м^2 .

ВИСНОВКИ

У бакалаврській кваліфікаційній роботі виконано проєктування висотного житлового будинку із залізобетонним каркасом та ядрами жорсткості у місті Київ. У процесі виконання роботи було розглянуто основні архітектурні, конструктивні, технологічні та організаційні рішення, необхідні для забезпечення надійності, безпечності та функціональності будівлі.

В архітектурному розділі наведено характеристику району будівництва та земельної ділянки, описано генеральний план, об'ємно-планувальні та конструктивні рішення житлового будинку. Запроєктована будівля має житлові поверхи, вбудовано-прибудовані приміщення на першому поверсі, сходово-ліфтовий вузол та інженерні приміщення. Рішення генерального плану передбачають зручне розміщення будівлі на ділянці, організацію під'їздів, пішохідних зв'язків, благоустрою та озеленення території.

У роботі прийнято каркасну конструктивну схему будівлі з монолітного залізобетону. Просторова жорсткість і стійкість споруди забезпечуються сумісною роботою монолітних перекриттів, колон, сходово-ліфтового вузла та вертикальних елементів жорсткості. Таке конструктивне рішення є доцільним для багатоповерхового житлового будинку, оскільки дозволяє ефективно сприймати вертикальні та горизонтальні навантаження, зокрема вітрові впливи.

У розрахунково-конструктивному розділі виконано збір основних навантажень і впливів, що діють на будівлю. Розрахунок монолітного каркасу проведено із застосуванням програмного комплексу «ЛИРА». Розрахункова схема будівлі розглянута як просторова система, що включає плитні та стержневі елементи. За результатами розрахунку проаналізовано переміщення вузлів, напружено-деформований стан конструкцій та роботу основних елементів каркасу. Окрему увагу приділено конструюванню монолітної плити перекриття.

У розділі «Основи і фундаменти» розглянуто інженерно-геологічні умови будівельного майданчика та виконано проєктування фундаментів. Було проаналізовано варіант фундаменту мілкового закладання та варіант пальового

фундаменту. На основі техніко-економічного порівняння прийнято раціональне конструктивне рішення фундаментів, яке забезпечує надійну передачу навантажень від будівлі на основу. Також виконано розрахунок ростверку пальового фундаменту за основними умовами міцності.

У технологічному розділі розроблено технологічні карти на зведення монолітного залізобетонного каркасу будівлі та влаштування покрівлі. Визначено склад і послідовність виконання робіт, обсяги будівельно-монтажних процесів, потребу в основних машинах, механізмах, інструментах і пристроях. Наведено вимоги до якості робіт та основні заходи з охорони праці й техніки безпеки під час виконання будівельних процесів.

У розділі організації будівництва розроблено календарний графік виконання робіт, будівельний генеральний план, рішення щодо складування будівельних матеріалів і конструкцій, тимчасового електропостачання та водозабезпечення будівельного майданчика. Запропоновані організаційні рішення спрямовані на забезпечення раціональної послідовності виконання робіт, ефективного використання будівельної техніки та безпечних умов праці на майданчику.

Графічна частина роботи доповнює пояснювальну записку та відображає основні архітектурні, конструктивні, технологічні й організаційні рішення. У ній наведено креслення будівлі, конструктивні схеми, елементи армування, технологічні карти, будівельний генеральний план та календарний графік виконання робіт.

Таким чином, у бакалаврській кваліфікаційній роботі досягнуто поставленої мети — розроблено проєктні рішення для висотного житлового будинку із залізобетонним каркасом та ядрами жорсткості у місті Київ. Прийняті архітектурно-конструктивні, розрахункові, технологічні та організаційні рішення забезпечують надійність, довговічність, функціональність і безпечну експлуатацію будівлі відповідно до вимог чинних будівельних норм України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення : ДБН В.2.2–15–2019. – [Чинний з 2019-12-01]. – К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019. – 44 с. – (Державні будівельні норми України).
2. Навантаження і впливи: норми проектування : ДБН В.1.2.–2:2006. – [Чинний з 2007-01-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2006. – 68 с. – (Державні будівельні норми України).
3. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель : ДБН В.2.6–31:2021. – [Чинний від 2022-09-01]. – К. : Мінрегіон України, 2022. – 23 с.
4. Будівлі та споруди. Визначення класів наслідків (відповідальності) : ДСТУ 8855:2019. – [Чинний з 2019-12-01]. – К. : Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості», 2019. – 14 с. – (Державний стандарт України).
5. Організація будівельного виробництва : ДБН А.3.1–5:2016. – [Введені в дію з 2017–01–01]. – К. : Держбуд України, 2016. – 11 с. – (Державні будівельні норми України).
6. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування : ДСТУ Б.В.2.6–156:2010. – [Чинний з 2011-06-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2011. – 118 с. – (Національний стандарт України).
7. Планування та забудова територій : ДБН Б.2.2-12:2019. – [Чинний з 2019-01-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2019. – (Державні будівельні норми).
8. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення : ДБН В.2.1–10:2018. – [Введені в дію з 2019–01–01]. – К. : Мінрегіон України, 2018. – 36 с. – (Державні будівельні норми України).
9. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови : ДСТУ 3760:2019. – [Чинний з 2019–08–01]. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2019. – (Державний стандарт України).

10. Склад та зміст проектної документації на будівництво : ДБН А.2.2–3–2014. – [Введені в дію з 2014–10–01]. – К. : Держбуд України, 2014. – 33 с. – (Державні будівельні норми України).
11. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення : ДБН В.2.6-98:2009. – [Чинний з 2011-07-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, Державне підприємство «Укрархбудінформ», 2011. – 71 с. – (Державні будівельні норми).
12. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги : ДБН В.1.1–7:2016. – [Чинний з 2017–01–06]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2016. – (Державні будівельні норми).
13. Інженерні вишукування для будівництва : ДБН А.2.1–1–2014. – [Введені в дію з 2014–03–24]. – К. : Держбуд України, 2014. – 126 с. – (Державні будівельні норми України).
14. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень. Система проектної документації для будівництва : ДСТУ Б А.2.4-7:2009. – [Чинний від 2009-24-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 71 с. – (Державні будівельні норми України).
15. Природне і штучне освітлення. Зміна №2 : ДБН В.2.5-28-2006. – [Введені в дію з 2012-09-01]. – К. : Держбуд України, 2012. – 68 с. – (Державні будівельні норми України).
16. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ : ДБН В.1.2-14:2018. – [Чинний від 2019-01-01]. – К. : УкрНДІпроектстальконструкція, 2018. – 60 с. – (Державні будівельні норми України).
17. Правила визначення вартості будівництва : ДСТУ Б.Д.1.1–1:2013. – [Чинний з 2014-01-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2013. – 88 с. – (Національний стандарт України).
18. Методичні вказівки до виконання курсового проєкту з дисципліни «Основи і фундаменти» підготовки фахівців ОС «Бакалавр» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» / укл. : О.В. П'ятков, Є.А. Бакулін. – К. : НУБіП України, 2023. – 85 с.

19. Бакулін Є.А. Об'ємно-просторові рішення будівель і споруд : навчальний посібник / Є.А. Бакулін, В.М. Бакуліна, Н.О. Костира. – К. : Видавничий центр НУБіП України, 2024. – 264 с. <https://dglb.nubip.edu.ua/handle/123456789/11201>
20. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із дисципліни "Основи автоматизованого проєктування в будівництві" для студентів за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» / уклад. : Є.А. Дмитренко, І.А. Яковенко, О.А. Фесенко. – К. : НУБіП України, 2021. – 91 с.
21. Яковенко І.А. Напрями наукових досліджень кафедри будівництва НУБіП України / І.А. Яковенко, Є.А. Бакулін // Зб. тез доп. X Міжн. наук.-техн. конф. «Крамаровські читання» з нагоди 116-ї річниці від дня народження д.т.н., проф., чл.-кор. ВАСГНІЛ, віцепрез. УАСГН В.С. Крамарова (1906–1987) та 125 річниці НУБіП України (24–25 лютого 2023 р., м. Київ). – К. : НУБіП України, 2023. – С. 488–491.
22. Бакулін Є.А. Інженерний захист та підготовка територій : навч. посіб.; за ред. канд. техн. наук Бакуліна Є.А. / Є.А. Бакулін, І.А. Яковенко, В.М. Бакуліна. – К. : НУБіП України, 2020. – 212 с.
23. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт за дисциплінами «САПР у будівництві», «Моделювання будівель та споруд сільськогосподарського призначення» підготовки фахівців ОС «Магістр» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» / уклад. : Є.А. Дмитренко, І.А. Яковенко, О.А. Фесенко. – К. : НУБіП України, 2021. – 104 с.
24. Бакулін Є.А. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи «Проектування одноповерхової промислової каркасної будівлі із збірних залізобетонних елементів» з дисципліни «Архітектура будівель і споруд» для студентів за напрямом підготовки 192 «Будівництво та цивільна інженерія» Розрахунок будівельних конструкцій на міцність, жорсткість та вогнестійкість» / Є.А. Бакулін, Н.О. Костира, В.М. Бакуліна. – К. : Видавничий центр НУБіП України, 2022. – 83 с.
25. Bakulin Ye.A. Engineering protection and prepatation of territories : study guide; under the editorship of cand tech. science Ye.A. Bakulin / Ye.A. Bakulin, I.A. Yakovenko, V.M. Bakulina. – Kyiv : NULES of Ukraine, 2022. – 205 p.

26. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із дисципліни "Конструкції з деревини та пластмас" для студентів за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» / уклад. : М.В. Усенко. – К. : НУБіП України, 2023. – 68 с.
27. Яковенко І. А. Реконструкція будівель та споруд аеропортів : мет. реком. до виконання РГР для студентів спец. 6.06010101 / І. А. Яковенко, Є. А. Бакулін. – К. : НАУ, 2013. – 50 с.
28. Бамбура А.М. Проектування залізобетонних конструкцій : посібник / А.М. Бамбура, І.Р. Сазонова, О.В. Дорогова, О.В. Войцехівський ; за ред. А.М. Бамбури. – К. : Майстер книг, 2018. – 240 с.
29. Дудар І.Н. Технологія будівельного виробництва (курсове та дипломне проектування) : навчальний посібник / І.Н. Дудар, О.М. Лівінський, Т.В. Прилипко. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 75 с.
30. Шутенко Л.М. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти : підручник / Л.М. Шутенко, О.Г. Рудь, О.В. Кічаєва та ін. ; за ред. Л.М. Шутенка. – Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2017. – 563 с.
31. Барабаш М.С. Основи комп'ютерного моделювання : навчальний посібник / М.С. Барабаш, П.М. Кір'язєв, О.І. Лапенко, М.А. Ромашкіна. – К. : НАУ, 2018. – 492 с.
32. Котеньова З.І. Архітектура будівель і споруд : навчальний посібник / З.І. Котеньова. – Харків : ХНУБА, 2007. – 170 с.

ДОДАТКИ

Додаток 1 – Калькуляція працевитрат та заробітної плати на зведення каркасу

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Розділ 4. 1-й поверх каркас								
18	E6-15-1	Улаштування колон у металевій опалубці в громадських будівлях 100м3	0,1998	<u>102064,87</u> 23791,02	<u>14902,25</u> 6882,19	20393	4753	<u>2977</u> 1375	<u>1802,35</u> 473,16	<u>360</u> 95
19	E6-22-1	Улаштування перекриттів безбалкових товщиною до 200 мм на висоті від опорної площадки до 6 м 100м3	1,1123	<u>119448,18</u> 14690,56	<u>5488,49</u> 2412,49	132862	16340	<u>6105</u> 2683	<u>1168,70</u> 127,01	<u>1300</u> 141
20	E8-22-1	Мурування стін із легкобетонних каменів облицювання при висоті поверху до 4 м м3	115,32	<u>459,97</u> 73,91	<u>91,68</u> 46,19	53044	8523	<u>10573</u> 5327	<u>5,88</u> 2,68	<u>678</u> 309
21	E8-22-1	Мурування стін із легкобетонних каменів облицювання при висоті поверху до 4 м м3	110,24	<u>425,82</u> 73,91	<u>91,68</u> 46,19	46942	8148	<u>10107</u> 5092	<u>5,88</u> 2,68	<u>648</u> 295
22	E7-44-10	Укладання перемичок масою до 0,3 т 100шт	0,31	<u>2661,02</u> 273,40	<u>1309,77</u> 678,79	825	85	<u>406</u> 210	<u>21,46</u> 38,25	<u>7</u> 12
23	E7-47-4	Установлення сходових маршів без зварювання масою більше 1 т 100шт	0,14	<u>33708,12</u> 4210,80	<u>8064,34</u> 4635,92	4719	590	<u>1129</u> 649	<u>319,00</u> 234,59	<u>45</u> 33
24	E7-47-1	Установлення сходових площадок масою до 1 т 100шт	0,13	<u>41233,36</u> 3043,68	<u>6219,57</u> 3447,79	5360	396	<u>809</u> 448	<u>227,65</u> 179,77	<u>30</u> 23
		Разом прямі витрати по розділу 4, грн.				264145	38835	<u>32106</u> 15784		<u>3068</u> 908
		в тому числі:								
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.				193204				
		всього заробітна плата, грн.				54619				
		Загальновиробничі витрати, грн.				35104				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.-год.				446				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.				7195				

		Всього по розділу 4, грн.				299249				

		02-12 Поверхи								
25	E6-15-1	Улаштування колон у металевій опалубці в громадських будівлях 100м3	2,3926	<u>84473,88</u> 23791,02	<u>14902,25</u> 6882,19	16878	4753	<u>2977</u> 1375	<u>1802,35</u> 473,16	<u>360</u> 95
26	E6-22-1	Улаштування перекриттів безбалкових товщиною до 200 мм на висоті від опорної площадки до 6 м 100м3	13,3476	<u>56545,74</u> 14690,56	<u>5488,49</u> 2412,49	754750	196084	<u>73258</u> 32201	<u>1168,70</u> 127,01	<u>15599</u> 1695
27	E8-22-1	Мурування стін із легкобетонних каменів облицювання при висоті поверху до 4 м м3	1322,88	<u>425,82</u> 73,91	<u>91,68</u> 46,19	563309	97774	<u>121282</u> 61104	<u>5,88</u> 2,68	<u>7779</u> 3545
28	E8-22-1	Мурування стін із легкобетонних каменів облицювання при висоті поверху до 4 м м3	1383,84	<u>459,97</u> 73,91	<u>91,68</u> 46,19	636525	102280	<u>126870</u> 63920	<u>5,88</u> 2,68	<u>8137</u> 3709
29	E7-44-10	Укладання перемичок масою до 0,3 т 100шт	6,32	<u>1992,16</u> 273,40	<u>1309,77</u> 678,79	12590	1728	<u>8278</u> 4290	<u>21,46</u> 38,25	<u>136</u> 242
		Разом прямі витрати по розділу 5, грн.				1984052	402619	<u>332665</u> 162890		<u>32011</u> 9286
		в тому числі:				1248768				
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.				565509				
		всього заробітна плата, грн.				363908				
		Загальновиробничі витрати, грн.				4625				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.-год.				74735				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.								

		Всього по розділу 5, грн.				2347960				

Додаток 2 – Калькуляція працевитрат та заробітної плати на влаштування покрівлі

Покрівля										
37	E12-20-1	Улаштування пароізоляції обклеювальної в один шар 100м2	5,3775	<u>1156,56</u> 336,00	<u>30,27</u> 13,97	6219	1807	<u>163</u> 75	<u>24,49</u> 0,77	<u>132</u> 4
38	E11-8-3	Улаштування тепло- і звукоізоляції засипної керамзитової м3	10,755	<u>248,97</u> 62,18	<u>41,48</u> 14,76	133884	33437	<u>22,06</u> 7937	<u>5,44</u> 1,19	<u>29,25</u> 640
39	E12-22-3	Улаштування вирівнюючих стяжок асфальтобетонних товщиною 15 мм 100м2	5,3775	<u>1043,26</u> 298,75	<u>231,05</u> 112,42	5610	1607	<u>1242</u> 605	<u>22,91</u> 6,08	<u>123</u> 33
40	E12-2-2	Улаштування покрівель плоских чотиришарових із рулонних покрівельних матеріалів на бітумній мастиці із захисним шаром гравію або дрібного щебеню на бітумній антисептованій мастиці 100м2	5,3775	<u>2653,77</u> 570,07	<u>227,60</u> 110,56	17491146	3066	<u>1224</u> 595	<u>41,55</u> 5,98	<u>223</u> 32
Разом прямі витрати по розділу 8, грн.						36859	39917	<u>24935</u> 9212		<u>3403</u> 709
в тому числі:						572007				
вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.						49129				
всього заробітна плата, грн.						33349				
Загальновиробничі витрати, грн.						460				
трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.-год.						7444				
заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.										

Всього по розділу 8, грн.						670108				

Додаток 3 – Відомість об'ємів основних будівельно-монтажних робіт

Найменування виду робіт	Одини- ці виміру	Норма- тивне джере- ло	Формула підрахунку	Кіль-кість
1	2	3	4	5
Підготовчий період				
Зрізання рослинного шару бульдозером потужністю 59 кВт	1000 м ³	1-24-2	$2473,19 \cdot 0,55 = 1360,25 \text{ м}^3$	0,352
Планування будівельного майданчику бульдозером	1000 м ²	1-72-1	2473,19	0,142
Влаштування тимчасових доріг	1 км		по будгенплану	0,11
Влаштування тимчасового водопроводу	100 м		по будгенплану	0,62
Влаштування тимчасової каналізації	100 м		по будгенплану	0,2
Влаштування тимчасового огородження	10 м ²		по будгенплану	650
Влаштування тимчасового електрозабезпечення	100 м		по будгенплану	1,2
Влаштування тимчасових будівель	10 м ²		по розрахунку	0,63

Підземна частина				
Розробка ґрунту екскаватором на автосамоскиди	1000 м ³	1-17-2	$43,81 \cdot 50 = 2190,5 \text{ м}^3$	2,19
Розробка ґрунту екскаватором у відвал	1000 м ³	1-12-2	$249,06 \cdot 50 = 12453 \text{ м}^3$	12,453
Розробка ґрунту вручну	100 м ³	1-164-2	$0,15 \cdot 3,9 \cdot 3,9 \cdot 50 = 114,1 \text{ м}^3$	1,14
Влаштування бет. підг.	100 м ³	6-1-1	$1,68 \cdot 50 = 84 \text{ м}^3$	0,84
Влаштування фундаменту	100 м ³	7-1-2	$9,2 \cdot 50 = 460 \text{ м}^3$	4,6
Влаштування монолітних колон	100 м ³	6-15-1	$38 \cdot 1,007 + 4 \cdot 7,57 = 68,57 \text{ м}^3$	0,6857
Влаштування бетонних стін підвалу	100 м ³	6-13-1	$251,36 \cdot 0,25 = 62,85 \text{ м}^3$	0,6285
Влаштування горизонтальної гідроізоляції	100 м ²	8-4-3	$62,85 / 3,3 = 19,05 \text{ м}^2$	0,1905
Кладка внутрішніх цегляних стін	м ³	8-6-7	$24,72 \cdot 0,25 = 6,18 \text{ м}^3$	6,18
Улаштування перемичок	100 шт.	7-44-10	по специфікації	0,08
Зведення цегляних перегородок	100 м ²	8-7-3	$7,76 / 0,12 = 64,61 \text{ м}^2$	0,6461
Влаштування монолітного перекриття	100 м ³	6-22-1	$128,84 / 1,6 = 79,04 \text{ м}^3$	6,179
Влаштування сходових маршей	100шт.	7-47-4	по специфікації	0,12
Влаштування сходових площадок	100шт.	7-47-1	по специфікації	0,12

Зворотна засипка пазах бульдозером	1000 м3	1-27-2	$205,79 \cdot 50 = 10289,5 \text{ м3}$	10,29
Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками	1000 м3	1-134-1	$205,79 \cdot 50 = 10289,5 \text{ м3}$	10,29
Надземна частина				
Влаштування монолітних колон	100 м ³	6-15-1	$36 \cdot 0,925 + 4 \cdot 6,25 + 0,8 \cdot 36 \cdot 16 +$ $+ 5,915 \cdot 4 \cdot 16 + 1,075 \cdot 36 + 7,26 \cdot 4 = 965,$ 44 м^3	0,054
Кладка зовнішніх цегляних стін	м ³	8-6-1	по специфікації	0,031
Улаштування перемичок	100 шт.	7-44-10	по специфікації	0,031
Кладка внутрішніх цегляних стін	м ³	8-6-7	по специфікації	115,32
Зведення цегляних перегородок	100 м ²	8-7-3	по специфікації	115,32
Влаштування монолітного перекриття	100 м ³	6-22-1	$1495,79 / 1,1 = 1382,1 \text{ м}^3$	17,93
Влаштування сходових маршей	100шт.	7-47-4	по специфікації	0,24
Влаштування сходових площадок	100шт.	7-47-1	по специфікації	0,13
Покрівля				
Влаштування пароізоляції	100 м ²	12-20-1	$11,89 \cdot 9 + 13,4 \cdot 3,9 + 14,8 \cdot 3,5 \cdot 2 +$ $+ 6,7 \cdot 9 + 1,6 \cdot 16,8 \cdot 2 + 4,8 \cdot 3,7 +$ $+ 7,5 \cdot 6,2 + 3,7 \cdot 4,3 = 456 \text{ м}^2$	5,3775

Влаштування теплоізоляції	1 м ³	11-8-3	$456 \cdot 0,1 = 45,6 \text{ м}^3$	5,3775
Влаштування асфальто-бетонної стяжки	100 м ²	12-22-3	$11,89 \cdot 9 + 13,4 \cdot 3,9 + 14,8 \cdot 3,5 \cdot 2 +$ $+ 6,7 \cdot 9 + 1,6 \cdot 16,8 \cdot 2 + 4,8 \cdot 3,7 +$ $+ 7,5 \cdot 6,2 + 3,7 \cdot 4,3 = 456 \text{ м}^2$	5,3775
Наклейка рулонного килима	100 м ²	12-2-2	$11,89 \cdot 9 + 13,4 \cdot 3,9 + 14,8 \cdot 3,5 \cdot 2 +$ $+ 6,7 \cdot 9 + 1,6 \cdot 16,8 \cdot 2 + 4,8 \cdot 3,7 +$ $+ 7,5 \cdot 6,2 + 3,7 \cdot 4,3 = 456 \text{ м}^2$	5,3775
Підлога				
Влаштування гідроізоляції	100 м ²	11-4-1	$6948/3,0 = 2316 \text{ м}^2$	23,16
Влаштування теплоізоляції	1 м ³	11-8-3	390 м^3	5,8944
Влаштування стяжки	100 м ²	12-22-1	2918 м^2	5,8944
Влаштування покриття з керамічних плиток	100 м ²	11-27-2	$61,5 \cdot 17 = 1045 \text{ м}^2$	6,60
Влаштування покриття з лінолеуму	100 м ²	11-36-1	$178,1 \cdot 17 = 3028 \text{ м}^2$	51,022
Оздоблення				
Влаштування дерев'яних віконних блоків	100 м ²	10-18-3	$3,6 \cdot 58 + 2,4 \cdot 78 + 2,4 \cdot 124 = 693 \text{ м}^2$	2,99
Влаштування дерев'яних дверних блоків	100 м ²	10-26-1	$2,4 \cdot 43 + 2,8 \cdot 34 + 1,36 \cdot 85 + 2,04 \times$ $\times 340 + 2,21 \cdot 196 = 1441 \text{ м}^2$	6,93
Засклення дерев'яних віконних перепльотів	100 м ²	15-201-2	$693 \cdot 2 = 1376 \text{ м}^2$	13,76

Високоякісна штукатурка стін і перегородок	100 м ²	15-61-5	5346 м ²	1,7735
Водоемульсійне фарбування стелі	100 м ²	15-152-1	3050 м ²	30,5
Масляне фарбування стін і перегородок	100 м ²	15-163-8	5346 м ²	53,46
Влаштування вимощення	100 м ²		$155,53 \cdot 0,1 = 156 \text{ м}^2$	1,56
Внутрішні спецроботи				
Отоплення і вентиляція	люд-дн		$0,03 \cdot 1372 = 35 \text{ люд-зм}$	280
Водопровід і каналізація	люд-дн		$0,02 \cdot 1372 = 30 \text{ люд-зм}$	240
Електропостачання	люд-дн		$0,02 \cdot 1372 = 30 \text{ люд-зм}$	240
Газопостачання	люд-дн		$0,01 \cdot 1372 = 10 \text{ люд-зм}$	80
Слабострумні мережі і пристрої	люд-дн		$0,02 \cdot 1372 = 30 \text{ люд-зм}$	240
Інші невраховані роботи	люд-дн		$0,07 \cdot 1372 = 100 \text{ люд-зм}$	800
Благоустрій території	люд-дн		$0,04 \cdot 1372 = 60 \text{ люд-зм}$	480
Здача об'єкту в експлуатацію	люд-дн		$6 \cdot 8 = 48 \text{ люд-зм}$	376

Додаток 4 – Відомість потреби в інструментах, механізмах та пристроях

Назва	Тип, марка, індекс	Кількість
Засоби механізації і механізований інструмент		
Машина для підігрівання і нанесення бітумної мастики на покрівлю	СО-122А	1
Розпилювач мастики на покрівлю	-	3
Машина для очищення і перемотування рубероду	СО-98А	1
Агрегат для приготування і передачі бітумної мастики на покрівлю	-	1
Машина для прибирання води з основи покрівлі	СО-106А	1
Машина для сушіння основи покрівлі	СО-159	14
Майстерня інструментально-роздавальна	-	1
Візок для перевезення руберойду для покрівлі	-	1
Візок для перевезення руберойду по покрівлі	-	1
Каток для розкочування і прикочування наплавленого руберойду	-	1
Пристрій для підплавлення покрівельного шару наплавленого руберойду	Полум'я-2М	1
Пристрій для нанесення розчинників на основу покрівлі	-	1
Диференціальний каток для прикочування рулонних матеріалів	-	1
Контейнер-візок з балонами газу (пропан-бутан), шлангами і вогнегасниками	-	1
Газовий пальник для підплавлення покрівельного шару наплавленого руберойду в незручних місцях	-	1
Машина універсальна для транспортування матеріалів на великих площах покрівель	УТМ-1	1
Візок для транспортування матеріалів по покрівлі	-	1
Зиг-машина	ПЗМ-65М	1
Ручний і вимірювальний інструмент		
Ножиці електричні ножові	ІЕ-5404	1
Шпатель-скребок	-	1
Щітка покрівельна	-	2
Ківш для розливання мастики	-	2
Ківш з сіткою	-	1
Шило тригранне	-	1
Ніж для різання рулонних матеріалів	-	2
Гребок розрівнювання мастики	-	2
Скребок зубчатий з шарніром	-	1
Ніж для опоряджувальних робіт	-	1
Кутник металевий	500х240	1
Рулетка для вимірювальних робіт металева	ЗПКЗ-20УТ/1	1
Циркуль для розмічування	-	1
Обценьки покрівельні прямі	-	1
Дирокіл важільний	-	1
Киянка прямокутна	-	2
Фальцівка подвійна	-	2
Ножиці ручні	ТИП-1	1
Молоток покрівельний	МКР-1	2
Лопата підборна	ЛП	2
Лом звичайний	ЛО-24	2

Сокира будівельна	A2	2
Метр складний металевий	MCM-74	3
Термометр технічний скляний	-	1
Борідок слюсарний	-	2
Обценьки будівельні	KC-250	2
Ножівка по дереву	-	1
Плоскогубці комбіновані	-	1
Оправка під борідки	УР-380	2
Заклепник	-	1
Шланг жаростійкий діаметр 40мм	40мм	1