

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. Ю.М. ПОТЕБНИ
КАФЕДРА МІСЬКОГО БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавра

на тему: **«БАГАТОПОВЕРХОВИЙ ЖИТЛОВИЙ КОМПЛЕКС У
М.ЗАПОРІЖЖЯ ІЗ БЛАГОУСТРОЄМ ПРИЛЕГЛОЇ ТЕРИТОРІЇ»**

Виконав: студентка 4 курсу, групи 6.1923-мбг-з-с2
спеціальності 192 БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА
ІНЖЕНЕРІЯ
освітньо-професійної програми МІСЬКЕ БУДІВНИЦТВО
ТА ГОСПОДАРСТВО

О.М. РЕЗУНЕНКО

Керівник: доцент кафедри міського будівництва і
архітектури, к.т.н. Фостащенко О.М.

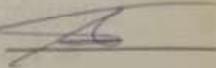
Рецензент: професор кафедри промислового та
цивільного будівництва, д.т.н. В. А. Банах

Запоріжжя
2026

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні

Кафедра міського будівництва і архітектури
Рівень вищої освіти бакалавр
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
Освітньо-професійна програма Міське будівництво та господарство

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри 

« 01 » 03 2026 року

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Резуненко Оксані Михайлівні

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема роботи «Багатоповерховий житловий комплекс у м. Запоріжжя із благоустроєм прилеглої території»

керівник роботи Фостащенко Олена Миколаївна, доцент кафедри міського будівництва і архітектури, кандидат технічних наук

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

затверджені наказом ЗНУ від «23» грудня 2025 року № 1932-с

2. Строк подання студентом роботи 20.05.2026 р.

3. Вихідні дані до роботи. Вступ. Природно-кліматичні умови ділянки будівництва м.Запоріжжя. Об'ємно-планувальні рішення. Архітектурно-конструктивні-рішення. Інженерне обладнання. Прийоми благоустрою та озеленення. Функціональне зонування території. Аналіз літературних джерел та нормативної документації.

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

1. Архітектурні рішення.

2. Конструктивні рішення.

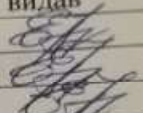
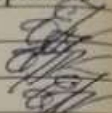
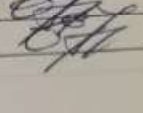
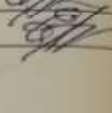
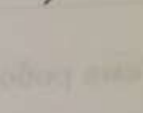
3. Благоустрій та інженерна підготовка території.

Список літератури.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Фасад 1-23, план першого поверху на відм. 0.000, розріз 1-1. Експлікація приміщень.
2. План типового поверху, план покрівлі, відомість підлог, вузли 1, 2, 3, 4, 5.
3. Плита перекриття, вид А, вид Б, розрізи 1-1, 2-2, 3-3, сітки С-1, С-2, каркас Кр-1, специфікація арматурних виробів, вузли, примітки.
4. Сходовий марш та площадка, розрізи 1-1, 2-2, 3-3, сітки С-1, С-2, каркаси Кр-1, Кр-2, Кр-3, специфікація арматурних виробів.
5. Схема вертикального планування. Розріз 1-1 Умовні позначення.
6. План благоустрою та озеленення. Експлікація будівель та споруд. Специфікація зелених насаджень. Умовні позначення.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Фостащенко О.М., доцент		
2	Фостащенко О.М., доцент		
3	Фостащенко О.М., доцент		

7. Дата видачі завдання 01.03.2026

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Срок виконання етапів роботи	Примітка
1.	Архітектурні рішення	20 квітня 2026р.	
2.	Конструктивні рішення.	1 травня 2026р.	
3.	Інженерна підготовка території	20 травня 2026р.	
4.	Оформлення і нормоконтроль кваліфікаційної роботи	22 травня 2026р.	
5.	Попередній захист	26 травня 2026р.	
6.	Захист кваліфікаційної роботи	28 травня 2026р.	

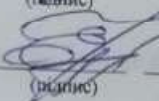
Студент


(підпис)

О.М. Резуненко

(ініціали та прізвище)

Керівник роботи

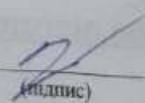

(підпис)

О.М. Фостащенко

(ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер


(підпис)

І.В. Гребенюк

(ініціали та прізвище)

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 АРХІТЕКТУРНІ РІШЕННЯ	6
1.1 Вихідні дані	6
1.2 Генеральний план	7
1.3 Природно-кліматичні умови ділянки будівництва м.Запоріжжя	8
1.4 Об'ємно-планувальне вирішення будівлі	10
1.5 Заходи для забезпечення доступності будівлі для маломобільних груп населення	12
1.6 Архітектурно-планувальне рішення	13
1.7 Внутрішнє оздоблення приміщень	16
1.8 Інженерне устаткування	17
1.9 Висновки за розділом 1	19
2 КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ	21
2.1 Конструктивна система будівлі	21
2.2 Розрахунок і конструювання багатопустотної панелі перекриття	26
2.2.1 Вихідні дані.....	26
2.2.2 Збір навантаження	27
2.3 Розрахунок елементів плити перекриття по міцності.....	29
2.4 Розрахунок прогинів	35
2.5 Розрахунок панелі щодо розкриття тріщин	36
2.6 Висновки за розділом 2	41
3 БЛАГОУСТРІЙ ТА ІНЖЕНЕРНА ПІДГОТОВКА.....	42
3.1 Визначення чисельності населення житлового двору	42
3.2 Функціональне зонування території	43
3.3 Формування дорожньо-стежкової мережі	53

3.4	Проектування зелених насаджень	54
3.5	Освітлення	56
3.6	Вертикальне планування прилеглих вулиць	57
3.7	Вертикальне планування перехресття	60
3.8	Трасування і вертикальне планування проїздів	61
3.9	Висотна прив'язка будівлі	68
3.10	Інженерні комунікації	69
3.11	Висновки за розділом 3	71
	ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ	73
	СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	74

ВСТУП

Сучасний розвиток міст України супроводжується активним зростанням потреби у якісному, комфортному та енергоефективному житлі. У зв'язку зі збільшенням чисельності населення міст, урбанізаційними процесами та необхідністю раціонального використання територій особливої актуальності набуває будівництво багатоповерхових житлових комплексів із комплексним благоустроєм прилеглої території. Такі об'єкти повинні забезпечувати не лише комфортні умови проживання, а й створювати безпечне, функціональне та естетично привабливе середовище для мешканців.

Сучасний житловий комплекс має поєднувати раціональні об'ємно-планувальні рішення, енергоощадні технології, надійні конструктивні системи та якісне інженерне забезпечення. Водночас благоустрій території повинен передбачати створення зон відпочинку, дитячих та спортивних майданчиків, озеленення, організацію транспортного та пішохідного руху, а також забезпечення доступності для маломобільних груп населення.

Під час проєктування багатоповерхових житлових комплексів необхідно враховувати вимоги чинних державних будівельних норм, принципи енергоефективності та сталого розвитку, а також сучасні архітектурно-будівельні тенденції. Значна увага приділяється забезпеченню міцності, надійності та довговічності будівлі, пожежній безпеці, санітарно-гігієнічним умовам і комфортному мікроклімату приміщень.

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка проєкту багатоповерхового житлового комплексу у місті Запоріжжя із благоустроєм прилеглої території з урахуванням потреб мешканців і сучасних вимог до житлового середовища.

1 АРХІТЕКТУРНІ РІШЕННЯ

1.1 Вихідні дані

Проектованим об'єктом є багатоповерховий житловий комплекс із благоустроєм прилеглої території, розташований у Запоріжжя. Проект передбачає створення сучасного житлового середовища з комфортними умовами проживання, раціональною організацією внутрішнього простору та впорядкованою прибудинковою територією.

Відповідно до вимог [1, 2] будівля належить до класу наслідків (відповідальності) СС2.

Ступінь вогнестійкості будівлі прийнято І, що забезпечує необхідний рівень пожежної безпеки та надійності експлуатації об'єкта, згідно [3].

Умовна висота будівлі становить 30,95 м, кількість поверхів – 9. Габаритні розміри будівлі в плані складають $63,24 \times 16,20$ м.

Проектом також передбачено благоустрій прилеглої території з улаштуванням проїздів, пішохідних доріжок, майданчиків для відпочинку дорослих і дітей, зон озеленення, а також місць для тимчасового зберігання автомобілів. При проектуванні враховано вимоги щодо доступності для маломобільних груп населення, згідно [4] та забезпечення безпечного пересування територією комплексу.

Згідно з вимогами [5] проєктований житловий комплекс за рівнем комфорту та соціальною спрямованістю належить до І категорії житла (комерційне житло).

Архітектурно-будівельні креслення та пояснювальна записка виконуються згідно норм [6 - 9].

1.2 Генеральний план

Генеральний план багатоповерхового житлового комплексу розроблено відповідно до вимог чинних містобудівних норм [10-11], екологічних, санітарно-гігієнічних [10-16], та протипожежних [17]. При розробці планувального рішення враховано функціональне зонування території, вимоги безпеки, зручності експлуатації та комфортного проживання мешканців.

Планувальна організація ділянки забезпечує раціональне розміщення будівлі, транспортних під'їздів, пішохідних зв'язків та елементів благоустрою. Проектовані проїзди та тротуари створюють зручний транспортний і пішохідний зв'язок між житловим комплексом, прилеглими територіями та елементами внутрішньодворового простору. Ширина проїздів і пішохідних доріжок прийнята відповідно до нормативних вимог та забезпечує безпечний рух транспорту і пішоходів.

Місця для тимчасового зберігання автомобілів передбачено з обох боків будівлі, що забезпечує зручність користування та рівномірний розподіл транспортного навантаження на території комплексу. Паркувальні майданчики розташовані з дотриманням нормативних санітарних та протипожежних розривів.

Благоустрій території передбачає комплекс заходів із створення комфортного житлового середовища. Проектом заплановано влаштування газонів, квітників, декоративного озеленення, висадження дерев та кущів. Також передбачені майданчики для дитячих ігор, занять фізичною культурою, відпочинку дорослого населення та господарських потреб мешканців. Усі майданчики обладнані відповідними малими архітектурними формами та елементами благоустрою.

Проїзди для пожежної техніки забезпечують безперешкодний доступ до будівлі з необхідних сторін, а планувальні рішення території відповідають вимогам пожежної безпеки та евакуації людей згідно [17].

Територія житлового комплексу є впорядкованою та благоустроєною. Рельєф ділянки спокійний, із незначним ухилом, що створює сприятливі умови для будівництва, організації поверхневого водовідведення та виконання робіт з вертикального планування території. Проектні рішення забезпечують комфортні та безпечні умови експлуатації території впродовж усього року.

Техніко-економічні показники за генпланом:

Будівельний об'єм – 34065,5м³;

Площа забудови – 1153,2 м²;

Житлова площа – 3415,5 м²;

Загальна площа квартир – 6010 м².

1.3 Природно-кліматичні умови ділянки будівництва м.Запоріжжя

Місто Запоріжжя знаходиться у південно-східному регіоні України, в межах степової природної зони, по обидва боки річки Дніпро. Природно-кліматичні умови цієї території формуються під впливом помірно-континентального клімату, для якого характерні спекотне та посушливе літо, а також відносно м'яка зима з нестійким сніговим покривом.

Глибина сезонного промерзання ґрунту для Запоріжжя відповідно до вимог нормативного документа [18] становить 0,9м. Даний показник враховується під час проектування фундаментів, інженерних мереж та інших конструктивних елементів будівлі з метою забезпечення їх надійності, довговічності та захисту від впливу низьких температур і морозного пучення ґрунтів.

Відповідно до вимог нормативного документа [19], територія міста Запоріжжя належить до несейсмічних районів із розрахунковою сейсмічністю до 6 балів. Такі умови є сприятливими для проектування багатопверхових житлових будівель, оскільки не потребують застосування спеціальних антисейсмічних конструктивних заходів підвищеної складності.

Інсоляційний режим району будівництва є сприятливим завдяки значній кількості сонячних днів протягом року. Це забезпечує достатній рівень природного освітлення житлових приміщень та прилеглої території, створює комфортні умови для проживання мешканців і позитивно впливає на санітарно-гігієнічні показники будівлі. Крім того, високий рівень сонячної активності сприяє впровадженню сучасних енергоефективних рішень, зокрема використанню енергозберігаючих огорожувальних конструкцій, сонцезахисних елементів та альтернативних джерел енергії.

Кліматичні умови району відзначаються помітними сезонними змінами температурних показників. Середня температура повітря у січні зазвичай становить від -3°C до -5°C , тоді як у липні вона коливається в межах $+22\dots+24^{\circ}\text{C}$. У зимовий період можливе зниження температури до $-25\dots-30^{\circ}\text{C}$, а в літній – підвищення понад $+35^{\circ}\text{C}$. Тривалість безморозного періоду складає приблизно 160–180 діб на рік.

Кількість атмосферних опадів є порівняно невеликою та становить близько 400–500 мм на рік. Основна їх частина випадає у теплий період року.

Вітрові умови району характеризуються переважанням східних та північно-східних вітрів у холодний сезон і західних та північно-західних – у теплий період року. Середня швидкість вітру становить 3–5 м/с.

Відповідно до чинних нормативних документів [20]:

- снігове навантаження – нормативне значення навантаження від снігового покриву на горизонтальну поверхню приймається – 1,2 кПа, (II район);

- вітрове навантаження – нормативний показник вітрового тиску для району будівництва становить – 0,38 кПа, (II район).

1.4 Об'ємно-планувальне вирішення будівлі

Об'ємно-планувальне рішення проєктованого житлового комплексу прийняте з урахуванням сучасних архітектурних, функціональних та містобудівних вимог [1 – 20]. Композиція будівлі є висотною та формує виразний архітектурний акцент у навколишній забудові. Габаритні розміри будівлі в плані становлять $63,24 \times 16,20$ м.

Проектований багатоповерховий житловий комплекс являє собою дев'ятиповерхову двосекційну житлову будівлю з підвальним поверхом, розраховану на 54 квартири.

Висота кожного житлового поверху становить 3,0 м, а загальна висота будівлі – 30,95 м. Прийняті об'ємно-планувальні рішення забезпечують раціональне використання внутрішнього простору, зручність експлуатації та комфортні умови проживання мешканців.

Планувальна структура будівлі передбачає чітке функціональне зонування житлових та допоміжних приміщень. Житлові квартири розміщені на типових поверхах та мають зручні планувальні рішення з оптимальним взаємозв'язком між приміщеннями. У кожній секції передбачено вертикальні комунікації – сходово-ліфтові вузли, які забезпечують безпечне та зручне сполучення між поверхами.

У підвальному поверсі розташовані технічні та допоміжні приміщення, необхідні для забезпечення нормального функціонування будівлі. До них належать насосна станція, індивідуальний тепловий пункт (ІТП), електрощитова, а також приміщення для прокладання та обслуговування інженерних мереж і комунікацій.

Будівля оснащена всіма необхідними інженерними системами, зокрема системами холодного та гарячого водопостачання, господарсько-побутової каналізації, електропостачання, телефонізації, телебачення та мережами

зв'язку. Проектом передбачено сучасне інженерне обладнання, що забезпечує надійну та безпечну експлуатацію житлового комплексу.

У кожному під'їзді запроєктовано інженерні шафи, в яких розміщуються індивідуальні прилади обліку водопостачання для квартир на всіх поверхах. Це забезпечує можливість контролю витрат води та підвищує ефективність експлуатації інженерних систем.

При кожному зовнішньому вході до будівлі передбачено тамбури, які забезпечують захист внутрішніх приміщень від проникнення холодного повітря, атмосферних опадів та сприяють підвищенню енергоефективності будівлі.

Для забезпечення безперешкодного доступу маломобільних груп населення вхідні сходи дублюються пандусами, призначеними для пересування осіб з інвалідністю, а також дитячих колясок. Параметри пандусів прийняті відповідно до вимог чинних нормативних документів щодо інклюзивності та доступності будівель і споруд [4].

Вхідні двері до квартир передбачені металевими, протиударними, посиленої конструкції з надійними елементами кріплення та замикання. Дверні блоки обладнані ущільненнями у притворах. Межа вогнестійкості вхідних дверей квартир прийнята не менше EI 30, що забезпечує необхідний рівень пожежної безпеки.

Для забезпечення комфортного вертикального переміщення мешканців у кожній секції передбачено пасажирські ліфти, розраховані на перевезення шести осіб. Ліфтове обладнання відповідає сучасним вимогам безпеки, надійності та енергоефективності.

Сміттєпровід будівлі обладнаний протипожежним краном та системами, що забезпечують безпечну експлуатацію і відповідають вимогам пожежної безпеки та санітарно-гігієнічним нормам [17].

Прийняті об'ємно-планувальні рішення спрямовані на створення комфортного, безпечного та функціонального житлового середовища для мешканців комплексу.

1.5 Заходи для забезпечення доступності будівлі для маломобільних груп населення

Проектом багатоповерхового житлового комплексу передбачено комплекс заходів для забезпечення безперешкодного доступу та комфортного пересування маломобільних груп населення відповідно до вимог чинних будівельних норм з інклюзивності [4].

Вхідна група. Перед головними входами передбачено улаштування пандусів з ухилом не більше 1:12. Ширина пандуса прийнята 1,2 м, що забезпечує односторонній рух крісел колісних. Пандус обладнується двосторонніми поручнями на висоті 0,7 м та 0,9 м. Майданчики перед входом мають розміри $1,8 \times 1,8$ м для забезпечення маневрування.

Сходи та входи. Сходи дублюються пандусами. Висота підйому сходинок прийнята в межах 150–170 мм, ширина проступу 300 мм, що забезпечує зручність пересування. Перед дверними прорізами передбачені горизонтальні площадки глибиною 1,8 м.

Ширина вхідних дверей та дверей на шляхах пересування маломобільних груп прийнята 0,9 м, висота порогів 0,015 м. Двері відкриваються з мінімальним зусиллям та не мають перешкод для проїзду крісел колісних.

Коридори та внутрішні проходи. Ширина коридорів загального користування прийнята 1,5 м, що забезпечує можливість розвороту та зустрічного руху. У місцях розвороту передбачені майданчики розміром $1,5 \times 1,5$ м.

Ліфтове обладнання. У будівлі передбачено пасажирські ліфти, доступні для маломобільних груп населення. Розміри кабіни ліфта прийняті $1,6 \times 1,8$ м, ширина дверей 0,9 м. Перед ліфтом передбачено площадку розміром не менше $1,8 \times 1,6$ м.

Паркувальні місця. На прибудинковій території передбачені місця для паркування автомобілів осіб з інвалідністю. Розмір одного місця становить $3,6 \times 6,0$ м, з урахуванням можливості висадки/посадки пасажирів та використання крісла колісного.

Пішохідні шляхи. Покриття пішохідних доріжок виконано з твердого, рівного та неслизького матеріалу. Ширина основних пішохідних маршрутів прийнята 1,8 м, що забезпечує комфортне пересування та зустрічний рух.

Зазначені заходи забезпечують безбар'єрний доступ до всіх основних функціональних зон житлового комплексу та створюють безпечні й комфортні умови проживання для маломобільних груп населення.

Сукупність прийнятих рішень забезпечує безбар'єрний доступ до всіх основних функціональних зон житлового комплексу та створює комфортні умови проживання для всіх категорій населення.

1.6 Архітектурно-планувальне рішення

Архітектурно-планувальне рішення житлового комплексу виконано у сучасному стилі з використанням лаконічних форм, чітких геометричних ліній та сучасних оздоблювальних матеріалів. Фасади будівлі вирішені з урахуванням естетичних, функціональних та енергоефективних вимог. Зовнішній вигляд комплексу формує виразний архітектурний образ, гармонійно інтегрований у міське середовище.

Для забезпечення належного рівня природного освітлення приміщень передбачено встановлення металопластикових віконних конструкцій та вітражних систем. Заповнення вітражів виконано зі склопакетів із використанням безбарвного та дзеркального скла, що покращує архітектурну виразність фасадів і підвищує енергоефективність будівлі.

На кожному поверсі житлової секції запроектовано квартири різних типів: двокімнатні, трикімнатні та чотирікімнатні. Планувальні рішення квартир відповідають вимогам житла підвищеного рівня комфортності та забезпечують раціональне функціональне зонування внутрішнього простору.

У квартирах передбачено поділ на денну (гостьову) та нічну (спальну) зони. До гостьової зони входять кухня, вітальня, передпокій та санвузол, тоді як спальну частину формують житлові кімнати та додаткові санітарні приміщення. Таке планування сприяє створенню комфортних умов проживання для мешканців та підвищує функціональність житла. Кухні обладнуються сучасними електроплитами.

Орієнтація житлового будинку виконана з урахуванням вимог інсоляції відповідно [21], що забезпечує нормативну тривалість природного освітлення житлових приміщень та комфортні умови проживання мешканців.

У проєктованій будівлі передбачено сміттєпровід із нержавіючої сталі. Стовбур сміттєпроводу ізолюваний від будівельних конструкцій звукоізоляційними матеріалами для зменшення рівня шуму під час експлуатації. Сміттекамера розташована безпосередньо під стовбуром сміттєпроводу, обладнана системою холодного водопостачання та має окремий вихід назовні для забезпечення санітарно-гігієнічних вимог.

Для вертикального транспортного зв'язку у будівлі запроектовано два пасажирські ліфти вантажопідйомністю по 320 кг кожний. Ліфти передбачені для роботи у режимі «Пожежа», що забезпечує можливість їх використання пожежно-рятувальними підрозділами у надзвичайних ситуаціях.

Евакуаційні шляхи та виходи запроектовані відповідно до вимог пожежної безпеки. Відчинення дверей евакуаційних виходів та дверей на шляхах евакуації передбачено у напрямку виходу людей із будівлі. Двері сходових кліток, коридорів та вестибюлів не мають замків, які можуть перешкоджати їх вільному відкриванню зсередини без використання ключа.

Позаквартирні коридори відокремлені від квартир протипожежними перегородками І типу, що перешкоджає поширенню вогню та продуктів

горіння між приміщеннями. Двері електрощитових, вентиляційних камер, ліфтових холів, тамбур-шлюзів, технічних і комірних приміщень, а також виходів на покрівлю запроектовані з межею вогнестійкості EI 30.

Стовбур сміттєпроводу та ущільнення стиків виконуються з негорючих матеріалів. У місцях перетину протипожежних перешкод інженерними комунікаціями передбачаються автоматичні пристрої, що запобігають поширенню продуктів горіння через канали, шахти та трубопроводи.

Вихід на покрівлю організовано з позаквартирного коридору. У місцях перепаду висот покрівлі передбачено вертикальні металеві пожежні сходи типу П1 шириною 0,7 м з майданчиками та огорожею висотою 0,6 м.

По периметру покрівлі влаштовано захисне огородження (парапет) висотою 0,7 м.

Усі житлові кімнати забезпечені природним освітленням відповідно до нормативних вимог. Кімнати квартир мають окремі входи та зручне функціональне планування. Висота житлових приміщень становить 2,7 м, що створює комфортні умови для проживання та забезпечує належний повітрообмін у приміщеннях.

У складі проєктованого багатоповерхового житлового комплексу передбачено використання підвального поверху як приміщення подвійного призначення, і обладнане як укриття для населення у разі виникнення надзвичайних ситуацій.

Підвальні приміщення мають конструктивні характеристики, які забезпечують підвищений рівень захисту від впливу зовнішніх факторів, зокрема уламкових навантажень, пожежі та частково – від дії ударної хвилі. За рахунок заглибленого розташування та наявності огорожувальних конструкцій підвал може бути використаний як найпростіше укриття відповідно до вимог цивільного захисту [20].

У приміщенні укриття передбачено забезпечення необхідних умов для тимчасового перебування людей, зокрема організацію безпечних зон розміщення, вільних проходів та евакуаційних напрямків. Передбачено

наявність двох входів/виходів та аварійний вихід для забезпечення розосередженого доступу та евакуації.

Інженерне забезпечення укриття включає системи електропостачання, з можливістю резервного живлення, водопостачання та каналізації. Передбачено також вентиляцію приміщень, у тому числі природну та примусову, для підтримання нормативних санітарно-гігієнічних умов перебування людей.

Для підвищення рівня безпеки у підвальному укритті передбачено протипожежні заходи, зокрема використання негорючих оздоблювальних матеріалів, наявність первинних засобів пожежогасіння та дотримання вимог щодо вогнестійкості огорожувальних конструкцій [17].

1.7 Внутрішнє оздоблення приміщень

Внутрішнє оздоблення приміщень житлового комплексу прийнято відповідно до їх функціонального призначення, санітарно-гігієнічних вимог, умов експлуатації та сучасних вимог до комфорту проживання.

Для оздоблення місць загального користування передбачено застосування довговічних та зносостійких матеріалів. Підлоги у позаквартирних коридорах, вестибюлі та інших громадських приміщеннях виконуються з великорозмірної керамічної плитки, що забезпечує високу міцність, зручність експлуатації та естетичний зовнішній вигляд. У приміщенні консьєржа та офісних приміщеннях передбачено покриття підлоги з лінолеуму на теплозвукоізоляційній основі. У санітарних вузлах застосовується керамічна плитка з улаштуванням додаткового шару гідроізоляції для захисту конструкцій від впливу вологи.

Оздоблення стін у місцях загального користування виконується акриловими фарбами та шпалерами, що забезпечують належні декоративні та

експлуатаційні характеристики. Стелі передбачено фарбувати акриловими водоемульсійними складами.

Висота житлового поверху становить 3,0 м, що забезпечує комфортні умови перебування та достатній рівень природного освітлення і вентиляції приміщень.

Для внутрішнього оздоблення квартир застосовуються матеріали, що відповідають вимогам екологічності, довговічності та комфорту. Покриття підлог у житлових кімнатах, кухнях та внутрішньоквартирних коридорах передбачено з лінолеуму на теплозвукоізоляційній основі. У санвузлах використовується керамічна плитка з додатковим гідроізоляційним шаром.

Стіни житлових приміщень оздоблюються шпалерами, а у санвузлах та робочих зонах кухонь передбачено облицювання керамічною плиткою для забезпечення вологостійкості та зручності догляду. Стелі у квартирах виконуються з вапняним білінням або водоемульсійним фарбуванням.

Усі оздоблювальні матеріали, що застосовуються у проєкті, повинні мати відповідні гігієнічні сертифікати та бути дозволеними до використання на території України. Використані матеріали відповідають вимогам пожежної безпеки, екологічності та санітарно-гігієнічним нормам.

1.8 Інженерне устаткування

Система опалення та гарячого водопостачання проєктованого житлового комплексу прийнята від міських магістральних теплових мереж. Розподіл теплоносія здійснюється за нижньою схемою розводки трубопроводів, що прокладаються у підвальній частині будівлі. Як опалювальні прилади застосовуються секційні радіатори, що забезпечують рівномірний прогрів приміщень та комфортні температурні умови.

Для кожної секції житлового будинку передбачено індивідуальний тепловий вузол, який забезпечує регулювання параметрів теплоносія та облік теплової енергії. Магістральні трубопроводи та стояки, розташовані у підвалі, підлягають теплоізоляції з подальшим захисним покриттям алюмінієвою фольгою для зменшення тепловтрат і захисту від корозії.

Система холодного водопостачання житлового комплексу запроектована від внутрішньоквартального водопровідного колектора. Подача води здійснюється через внутрішньобудинкові магістральні трубопроводи, які прокладаються у підвальній частині будівлі та ізолюються з подальшим захисним покриттям алюмінієвою фольгою.

Навколо будівлі передбачено кільцеву мережу господарсько-питного та протипожежного водопроводу з встановленням пожежних гідрантів у оглядових колодязях, що забезпечує належний рівень пожежної безпеки та можливість оперативного водопостачання у разі надзвичайних ситуацій.

Система каналізації передбачена як внутрішньодворова з підключенням до існуючих мереж внутрішньоквартальної каналізації через оглядові колодязі. Для кожної секції житлового будинку передбачено окремі випуски господарсько-фекальної та дощової каналізації, що забезпечує надійність та незалежність роботи системи водовідведення.

Відведення поверхневих стоків організовано з урахуванням вертикального планування території та забезпеченням ефективного дренажу прилеглої ділянки.

Електропостачання житлового комплексу здійснюється від міської трансформаторної підстанції за двокабельною схемою живлення (основна та резервна лінії), що підвищує надійність електропостачання та безперервність роботи систем будівлі.

Вбудовані нежитлові приміщення мають окремі електрощитові та підключаються незалежними лініями живлення, що забезпечує роздільний облік електроенергії та підвищену безпеку експлуатації.

1.9 Висновки за розділом 1

Проектований об'єкт є сучасним 9-поверховим двосекційним житловим комплексом (І категорії комфортності) на 54 квартири у м. Запоріжжя. Будівля має умовну висоту 30,95 м, габаритні розміри в плані $63,24 \times 16,20$ м та загальний будівельний об'єм 34065,5 м³. Відповідно до чинних норм об'єкт віднесено до класу наслідків СС2 та прийнято І ступінь вогнестійкості, що гарантує високу надійність і пожежну безпеку.

Планувальна організація ділянки з урахуванням спокійного рельєфу забезпечує раціональне зонування території. Реалізовано комплексний благоустрій: влаштовано транспортні проїзди для пожежної техніки, тротуари, зони озеленення, дитячі, спортивні та господарські майданчики. Місця для тимчасового зберігання автотранспорту розміщені з обох боків будівлі з дотриманням нормативних санітарних розривів.

Проект адаптовано до помірно-континентального клімату м.Запоріжжя. Конструктивні рішення, зокрема закладення фундаментів та інженерних мереж, враховують нормативну глибину промерзання ґрунту. Сприятливий інсоляційний режим дозволяє досягти високого рівня природного освітлення приміщень, а розрахункова сейсмічність району (до 6 балів) не потребує додаткових складних антисейсмічних заходів.

Планування будинку забезпечує чітке функціональне зонування квартир на денну (гостьову) та нічну (спальну) зони з висотою житлових приміщень 2,7м. Створено повністю безбар'єрне середовище для маломобільних груп населення: входи дубльовано пандусами з нормативним ухилом (1:12), розширено вхідні прорізи та коридори, передбачено спеціалізовані пасажирські ліфти та збільшені паркомісця.

У підвальному поверсі, окрім технічних приміщень ІТП, насосна, електрощитова, запроектовано споруду подвійного призначення. Вона забезпечена двома розосередженими входами, аварійним виходом,

автономними системами вентиляції, енерго- та водопостачання, а його конструкції розраховані на захист від ударних та уламкових навантажень.

Внутрішнє оздоблення виконано з використанням сучасних, екологічних та зносостійких матеріалів, таких як: керамічна плитка, лінолеум на тепло-звукоізоляційній основі, акрилові фарби з улаштуванням належної гідро- та звукоізоляції.

Будівля повністю забезпечена централізованими інженерними системами: опаленням з посекційними ІТП та нижньою розводкою, господарсько-питним водопроводом із кільцевою пожежною мережею, роздільною каналізацією та надійним електропостачанням за двокабельною схемою від міської ТП.

Запропоновані рішення повністю відповідають діючим містобудівним, санітарно-гігієнічним, екологічним та протипожежним нормативам України. Вони забезпечують створення безпечного, енергоефективного, інклюзивного та комфортного житлового середовища, інтегрованого в міську інфраструктуру м. Запоріжжя.

2 КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ

2.1 Конструктивна система будівлі

Конструктивна система проєктованого багатоповерхового житлового будинку прийнята безкаркасною з несучими цегляними стінами. Основними несучими елементами є зовнішні та внутрішні стіни, які сприймають вертикальні та горизонтальні навантаження і передають їх на фундамент.

Просторова жорсткість і стійкість будівлі забезпечується спільною роботою поздовжніх і поперечних несучих стін, а також жорстким з'єднанням елементів перекриття зі стінами. Залізобетонні плити перекриття спираються на несучі стіни та додатково закріплюються анкерними елементами, що підвищує надійність конструктивної системи.

Міжплитні шви перекриттів замонолічуються цементно-піщаним розчином, завдяки чому утворюється єдина просторова конструкція поверхового перекриття у виді жорсткого горизонтального диска. Така конструктивна схема забезпечує ефективний перерозподіл навантажень між стінами та підвищує загальну просторову стійкість будівлі.

Застосована безкаркасна схема є економічно доцільною, технологічно простою у виконанні та забезпечує необхідний рівень міцності, надійності та довговічності житлового комплексу.

Фундаменти проєктованої будівлі прийняті стрічкові, збірні, з фундаментних бетонних блоків різних типорозмірів, змонтованих на монолітній залізобетонній плиті. Така конструктивна схема забезпечує рівномірну передачу навантажень на основу та підвищує загальну надійність фундаментної частини будівлі.

Фундаментні блоки укладаються на цементно-піщаному розчині з обов'язковою перев'язкою вертикальних швів товщиною до 20 мм.

Порожнини, що утворюються в місцях стику торців блоків, ретельно заповнюються розчином для забезпечення монолітності конструкції. Зв'язок між блоками поздовжніх та кутових стін забезпечується системою перев'язки та армування горизонтальних швів сталевими сітками діаметром 6 мм, що підвищує просторову жорсткість фундаментів.

Під фундаментною плитою влаштовується бетонна підготовка з бетону класу C8/10 товщиною 100 мм, яка вирівнює основу та забезпечує рівномірну роботу плити. Монолітна залізобетонна плита виконується з бетону класу C12/15 та армується у поздовжньому і поперечному напрямках, що дозволяє сприймати значні навантаження від надземної частини будівлі.

Глибина закладання фундаментів прийнята 3,8 м, що відповідає інженерно-геологічним умовам ділянки та забезпечує стійкість конструкцій до впливу сезонних деформацій ґрунтів.

Вертикальна гідроізоляція фундаментів виконується шляхом дворазового обмазування гарячим бітумом, що забезпечує захист конструкцій від проникнення ґрунтової вологи та корозійного впливу середовища.

По периметру будівлі передбачено бетонне вимощення шириною 2000 мм та товщиною 100 мм, влаштоване по щебеневій підготовці. Вимощення виконує функцію відведення поверхневих вод від фундаментів та додатково захищає підземну частину будівлі від зволоження.

Зовнішні та внутрішні несучі міжквартирні стіни проекрованої будівлі виконуються з цегли. Несуча система будівлі базується на традиційній цегляній кладці, що забезпечує необхідну міцність, довговічність та просторову жорсткість конструкції.

Зовнішні стіни прийняті тришаровими з цегли з жорсткими зв'язками між шарами. Конструкція включає зовнішній шар облицювальної цегли, теплоізоляційний шар та внутрішній несучий шар із повнотілої цегли марки M100 на розчині M100. Загальна товщина зовнішніх стін становить 640 мм,

що забезпечує нормативні вимоги щодо теплозахисту, звукоізоляції та несучої здатності.

Внутрішні міжквартирні стіни виконуються з повнотілої цегли марки М100 на цементно-піщаному розчині з товщиною 510 мм. Такі конструкції забезпечують достатній рівень звукоізоляції між квартирами та сприймають основні вертикальні навантаження.

Внутрішні перегородки у межах квартир і допоміжних приміщень виконуються з цегли марки М75 на розчині М50 товщиною 120 мм. Вони є ненесучими елементами та призначені для функціонального зонування внутрішнього простору будівлі.

Ліфтові шахти виконуються з цегляної кладки з використанням цегли М100 на розчині М100. Товщина стін шахти становить 380 мм, що забезпечує необхідну міцність, жорсткість та підвищені вимоги до безпеки експлуатації ліфтового обладнання.

Над віконними та дверними отворами передбачено улаштування збірних залізобетонних перемичок різних типорозмірів (ЗПБ-16-37П, ЗПБ-18-8П, ЗПБ-21-8П, ЗПБ-25-8П), вибір яких здійснюється залежно від ширини прорізу та розрахункових навантажень. Опирання перемичок на стіни становить 120–150 мм для рядових елементів та 200–250 мм для підсилених перемичок, що забезпечує їх надійну роботу.

Огородження балконів і лоджій виконуються з цегли марки М75 на розчині М50 товщиною 120 мм. Такі конструкції забезпечують необхідну безпеку користування та гармонійно доповнюють архітектурний вигляд фасадів будівлі.

Перекриття проєктованої будівлі передбачені із збірних залізобетонних багатопустотних панелей за серією 1.141-1.63. Такі конструкції забезпечують необхідну несучу здатність, жорсткість та підвищені тепло- і звукоізоляційні характеристики, а також є індустріальними та зручними у монтажі.

Дах будівлі прийнято з холодним напівпрохідним вентильованим горищем, що сприяє покращенню температурно-вологісного режиму

конструкцій покриття та підвищує довговічність будівлі. Горищне перекриття додатково утеплюється шаром пінобетону товщиною 100 мм, який забезпечує необхідний рівень теплозахисту.

Монтаж плит перекриття виконується по вирівняному шару цементно-піщаного розчину марки М100 товщиною 30 мм, що забезпечує рівномірну передачу навантажень та щільне прилягання конструктивних елементів. Шви між плитами ретельно заповнюються (замонолічуються) розчином М100 по всій висоті, що створює єдину жорстку дискову систему перекриття.

Для запобігання пошкодженню торців плит від навантаження вище розташованих конструкцій, а також для покращення тепло- і звукоізоляційних властивостей, пустоти на кінцях плит закладаються легким бетоном.

Кріплення плит перекриття до зовнішніх та внутрішніх несучих стін здійснюється за допомогою зварювання закладних сталевих елементів та монтажних петель, що забезпечує просторову жорсткість будівлі та її стійкість до горизонтальних навантажень.

У проєктованій будівлі конструкції підлог прийняті з урахуванням функціонального призначення приміщень та вимог до теплозахисту, звукоізоляції та довговічності.

На першому поверсі підлоги виконуються утепленими. По залізобетонній плиті перекриття влаштовується вирівнюючий шар цементно-піщаної стяжки товщиною 10 мм. Далі укладається теплоізоляційний шар з пінополістиролу ПСБ-С товщиною 40 мм. Поверх утеплювача виконується армована стяжка з цементно-піщаного розчину марки М200 із застосуванням армосітки, загальною товщиною 50 мм, що забезпечує міцність та рівномірний розподіл навантажень.

На всіх типових та верхніх поверхах передбачено улаштування цементно-піщаної стяжки марки М150 товщиною 40 мм, яка є основою для подальшого чистового покриття підлоги.

Покрівля будівлі прийнята рулонного типу з використанням полімерно-бітумного наплавленого матеріалу «Акваізол». Гідроізоляційний килим укладається у декілька шарів відповідно до технологічних вимог.

У місцях примикання покрівлі до вертикальних конструкцій передбачено додаткове підсилення гідроізоляційного шару з заведенням матеріалу на висоту не менше 150 мм, що забезпечує надійний захист від протікань.

Поверх гідроізоляційного килима влаштовується захисний шар із керамзитового гравію фракції 3–10 мм, який виконує функцію механічного захисту та зменшує вплив ультрафіолетового випромінювання.

Внутрішні перегородки виконуються з цегляної кладки із повнотілої глиняної цегли марки М75 на цементно-піщаному розчині марки М50. Товщина перегородок прийнята 120 мм.

З обох боків перегородки оштукатурюються цементно-піщаним розчином товщиною 15 мм, що покращує їх експлуатаційні та звукоізоляційні характеристики. Перегородки забезпечують необхідний рівень акустичного комфорту між приміщеннями та виконують функцію функціонального зонування внутрішнього простору.

Всі внутрішні перегородки спираються безпосередньо на плити перекриття та не сприймають навантаження від вищерозташованих конструкцій.

У проєкті прийнято залізобетонні одномаршеві сходи заводського виготовлення.

Сходові марші виконуються з елементів марки ЛМФ 30.12.15-4.

Металеві перила приварюються до закладних деталей, розташованих у бокових частинах маршів, що забезпечує їх надійне кріплення та безпеку експлуатації.

Сходові марші спираються на плити перекриття та з'єднуються між собою за допомогою металевих елементів із подальшим зварюванням, що забезпечує просторову жорсткість конструкції сходової клітки.

Сходи, що ведуть до підвального поверху, виконуються із збірних залізобетонних ступеней, що вкладені по цегляній основі на розчині М100.

Вихід на покрівлю передбачено по металевих сходах, виготовлених та змонтованих по місцю, які відповідають вимогам безпеки та нормативних документів.

На всіх виступаючих частинах будівлі, парапетах та по периметру покрівлі передбачено встановлення оцинкованих водовідвідних елементів (зливів), що забезпечують організоване відведення атмосферних опадів та захист фасадів від зволоження.

З південного боку будівлі влаштовується підпірна стінка, яка запобігає можливому сповзанню ґрунту та забезпечує стабільність рельєфу ділянки.

Балкони та лоджії виконуються з огороженнями з облицювальної цегли. У верхній частині огорожень по периметру передбачено металевий елемент (швелер марки 14Ш), який приварюється до закладних деталей та виконує роль жорсткого обв'язувального пояса. Відповідно до проєктних рішень передбачається подальше скління балконів і лоджій, що підвищує енергоефективність та комфорт експлуатації будівлі.

2.2 Розрахунок і конструювання багатопустотної панелі перекриття

2.2.1 Вихідні дані

Панель виготовлена за поточно-агрегатною технологією з електротермічним натягненням арматури на упори та тепловологістною обробкою.

Корисне тимчасове навантаження $1,5 \text{ кН/м}^2$.
Бетон класу С25/ 30; коефіцієнт умови роботи $\gamma_{\text{в2}} = 0,9$, [22].

$$\gamma_{b2} = 0.9$$

$$R_b = 0.9 \cdot 17 = 15.3 \text{ МПа}$$

$$R_{bt} = 0.9 \cdot 1.2 = 1.08 \text{ МПа}$$

$$R_{b,ser} = 22 \text{ МПа}$$

$$R_{bt,ser} = 1.8 \text{ МПа}$$

$$E_b = 29000 \text{ МПа}$$

Поздовжня арматура зі сталі класу А500С з характеристиками [22]:

$$R_s = 510 \text{ МПа}$$

$$R_{s,ser} = 590 \text{ МПа}$$

$$E_s = 1.9 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$

Поперечна арматура і зварні сітки зі сталі класу А240С [22]:

При діаметрі 5 мм:

$$R_s = 360 \text{ МПа},$$

$$R_{sw} = 260 \text{ МПа}$$

$$E_s = 170000 \text{ МПа}$$

Призменна міцність бетону:

$$R_{bp} = 0.7 \cdot B = 0.7 \cdot 30 = 21 \text{ МПа}.$$

2.2.2. Збір навантаження

Корисне тимчасове навантаження на перекриття $p_n = 1,5 \text{ кН/м}^2$, складові її частини: тривало діюча $0,9 \text{ кН/м}^2$, короткочасна $0,6 \text{ кН/м}^2$.

Коефіцієнт надійності за навантаженням $\gamma_{fm} = 1,2$.

Постійне навантаження від підлоги та плити перекриття визначена з урахуванням даних наведених у таблиці 2.1.

Збір навантажень та підрахунок навантажень наведений у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Збір навантажень та підрахунок навантажень

Тип навантаження	Характеристичне значення навантаження кН/м^2	Коефіцієнт перевантаження γ_{fm}	Граничне значення навантаження кН/м^2
<u>Постійне:</u> від паркетної підлоги $t = 0.020\text{м}, \quad \rho = 600\text{кг/м}^3$	0,120	1,1	0,130
від легкого бетону $t = 0.055\text{м}, \quad \rho = 1600\text{кг/м}^3$	0,800	1,3	1,040
від цементного розчину $t = 0.02\text{м}, \quad \rho = 2000\text{кг/м}^3$	0,400	1,2	0,480
від залізобетонної панелі $t = 0.22\text{м},$	2,750	1,1	3,025
Разом:	$q^N = 4,070$		$q = 4,675$
<u>Тимчасове:</u> тривале короткочасне	0,900 0,600	1,2 1,2	1,080 0,720
Разом:	$p^N = 1,500$		$p = 1,800$
<u>Повне навантаження:</u> постійне і тривале короткочасне	4,970 0,600	- -	5,755 0,720
Разом:	$q^N + p^N = 5,570$		$q + p = 6,475$

Підрахунок навантаження на 1 м^2 панелі:

Короткочасне характеристичне значення навантаження: $0,6 \times 1,5 = 0,9 \text{ кН/м}^2$

Короткочасне граничне значення навантаження: $0,72 \times 1,5 = 1,08 \text{ кН/м}^2$

Постійне та тривале характеристичне значення навантаження
 $4,97 \times 1,5 = 7,455 \text{ кН/м}^2$

Постійне та тривале граничне значення навантаження
 $5,755 \times 1,5 = 8,63 \text{ кН/м}^2$

Повне характеристичне значення навантаження: $0,9 + 7,455 = 8,36 \text{ кН/м}^2$

Розрахункове повне: $1,08 + 8,63 = 9,71 \text{ кН/м}^2$

2.3 Розрахунок елементів плити перекриття по міцності

Розрахунковий проліт плити перекриття $l = 6,28$ м,

при ширині обпирання $b = 0,12$ м:

$$l_0 = l - 2b = 6,28 - 2 \cdot 0,12 = 6,04 \text{ м}$$

Згинальний момент від повного розрахункового навантаження:

$$M = \frac{ql^2}{8} = \frac{9,71 \cdot 6,04^2}{8} = 44,29 \text{ кНм}$$

Поперечна сила від розрахункового навантаження:

$$Q = \frac{ql}{2} = \frac{9,71 \cdot 6,04}{2} = 29,3 \text{ кН}$$

Згинальний момент від нормативного навантаження:

повне навантаження:

$$M = \frac{8,355 \cdot 6,04^2}{8} = 38,1 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_l = \frac{7,455 \cdot 6,04^2}{8} = 33,9 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{cd} = \frac{ql^2}{8} = \frac{0,9 \cdot 6,04^2}{8} = 4,1 \text{ кНм}$$

Поперечна сила від повного характеристичного та постійного тривалого навантаження:

$$Q = 8,355 \cdot 6,04 \cdot 0,5 = 25,23 \text{ кН}$$

$$Q = 7,455 \cdot 6,04 \cdot 0,5 = 22,51 \text{ кН}$$

Для розрахунку багатопустотної панелі перетин приводимо до таврового перетину з висотою $h = 22$ см, при $D = 15,6$ см:

$$hf' = 0,5 (h - 0,5D \sqrt{3}) = 0,5(22 - 0,5 \cdot 15,9 \sqrt{3}) = 4,1 \text{ см}$$

$$b f' = 149 \text{ см} \quad b = b f' - \frac{\pi d}{2\sqrt{3}} n \quad \text{пуст} = 149 - (3,14 \cdot 15,9 / 2 \sqrt{3}) 7 = 48 \text{ см}$$

Початкову попередню напругу арматури, що передається на піддон, приймаємо:

$$0,3R_{s,ser} = 177 \text{ МПа} \quad \sigma_{sp} = 0,75R_{s,ser} = 0,75 \cdot 590 = 443 \text{ МПа} \quad R_{s,ser} - p = 590 - 87 = 503 \text{ МПа},$$

$$\text{де } p = 30 + \frac{360}{l} = 30 + \frac{360}{6,3} = 87 \text{ МПа}$$

Приймаємо $a = 2,5 \text{ см}$.

$$\text{Отримуємо: } h_o = 22 - 2,5 = 19,5 \text{ см}.$$

$$\varpi = \alpha_1 - 0,008R_b = 0,85 - 0,008 \cdot 15,3 = 0,728$$

$$\Delta\sigma_{sp} = 1500 \frac{\sigma_{sp}}{R_s} - 1200 = 1500 \frac{443}{510} - 1200 = 103 \text{ МПа}$$

$$\sigma_s^R = R_s + 400 - \sigma_{sp} - \Delta\sigma_{sp} = 510 + 400 - 443 - 103 = 364 \text{ МПа}$$

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_s^R}{\sigma_s^M} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,728}{1 + \frac{364}{503} \left(1 - \frac{0,728}{1,1}\right)} = 0,353$$

$$A_R = 0,353(1 - 0,353) = 0,228$$

Так як:

$$M = 44,29 \text{ кНм} < R_b \cdot b_f' \cdot h_f' \cdot (h_o - 0,5h_f') = 15,3 \cdot 149 \cdot 4,1 \cdot (19,5 - 0,5 \cdot 4,1) \cdot 100 = 163,1 \text{ кНм},$$

то нейтральна вісь проходить в межах полиці і перетин як і прямокутний, шириною:

$$b = b_f' = 149 \text{ см}.$$

За формулою визначаємо:

$$A_0 = \frac{M}{R_b h_o^2 b} = \frac{4429000}{15,3 \cdot 149 \cdot 19,5^2 \cdot 100} = 0,051 < A_R = 0,228$$

$$\text{Звідси, } \xi = 0,053 \quad \text{та} \quad \nu = 0,974.$$

Знаходимо площу перерізу арматури:

$$A_s = \frac{4429000}{1,2 \cdot 510 \cdot 0,974 \cdot 19,5 \cdot 100} = 3,81 \text{ см}^2$$

Так як мінімальний діаметр 12 мм, приймаємо 4 Ø12 А-500С з $A_s = 4,52 \text{ см}^2$.

Визначення геометричних характеристик [22].

Відношення модулів пружності:

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{190000}{29000} = 6.55$$

Площа приведенного перерізу і статичний момент щодо нижньої межі:

$$A_{red} = A + \alpha A_s = 149 \cdot 22 - 7 \frac{3.14 \cdot 15.9^2}{4} + 6.55 \cdot 4.52 = 1859 \text{ см}^2$$

$$S_{red} = S + \alpha S_s = 149 \cdot 22 \cdot 10.2 - 7 \frac{3.14 \cdot 15.9^2}{4} 10.2 + 6.55 \cdot 8.04 \cdot 2.5 = 19134 \text{ см}^2$$

Відстань від нижньої грані до центра ваги приведенного перерізу:

$$y_{red} = \frac{S_{red}}{A_{red}} = \frac{19134}{1859} = 10.3 \text{ см}$$

Відстань від точки докладання зусиль в напруженій арматурі до центру ваги приведенного перерізу є $e_0 = y_{red} - a = 10.3 - 2.5 = 7.8 \text{ см}$.

Момент інерції приведенного перерізу без урахування власного моменту інерції арматури:

$$I_{red} = I + \alpha I_s = \frac{149 \cdot 22^3}{12} - 7 \frac{3.14 \cdot 15.9^4}{64} + 6.55 \cdot 4.52 \cdot 7.8^2 = 112576 \text{ см}^4$$

Момент опору щодо:

- нижньої грані:

$$W_{red} = \frac{I_{red}}{y_{red}} = \frac{112576}{10.3} = 11314 \text{ см}^3$$

- верхньої грані:

$$W'_{red} = \frac{I_{red}}{(h - y_{red})} = \frac{112576}{22 - 10.3} = 9342 \text{ см}^3$$

Для визначення пружно-пластичного моменту опору та подальших розрахунків, перетин багатопустотної панелі приводиться до еквівалентного двотаврового перетину тієї ж площі і того ж моменту інерції.

Площа одного отвору:

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 15.9^2}{4} = 200 \text{ см}^2.$$

Момент інерції цієї площі відносно центра ваги:

$$I = \frac{\pi d^4}{64} = \frac{3.14 \cdot 15.9^4}{64} = 3136 \text{ см}^4.$$

З формули моменту інерції прямокутника:

$I = bh^3 / 12$ визначаємо висоту еквівалентного отвору:

$$h_1 = \sqrt{12 \cdot I / A} = \sqrt{12 \cdot 3136 / 200} = 13.9 \text{ см};$$

Ширина звису полиці еквівалентного перерізу:

$$b_0 v = A / h_1 = 200 / 13.9 \cdot 2 = 7.2 \text{ см};$$

Ширина ребра:

$$b = b'_f - 2b_0 v = 149 - 2 \cdot 7.2 = 135 \text{ см}.$$

Висота верхньої і нижньої полиць:

$$h_f = h'_f = 3 + \frac{15.9 - 13.9}{2} = 4 \text{ см}.$$

$\gamma = 1.5$, тоді пружно-пластичний момент опору щодо:

Нижньої грані:

$$W_{pl} = \gamma W_{red} = 1.5 \cdot 11314 = 16971 \text{ см}^3$$

Верхньої грані:

$$W'_{pl} = \gamma W'_{red} = 1.5 \cdot 9342 = 14013 \text{ см}^3.$$

Втрати попереднього напруження до зусиль обтиснення:

Втрати до закінчення обтиску від реакції напруження:

$\sigma_1 = 0.03 \cdot 443 = 13.3$ МПа, від температурного перепаду втрати рівні нулю, так як при пропарюванні переміщення упорів піддону і панелі відбувається одночасно; втрати від деформації анкерних пристроїв і піддону повинні бути враховані при визначенні довжини заготовки арматури з умов забезпечення початкового попереднього напруження.

Тому, тут:

$$\sigma_3 = 0 \quad \text{и} \quad \sigma_5 = 0.$$

Зусилля попереднього обтиснення з урахуванням цих втрат при $\gamma_{sp} = 1$:

$$p = \gamma_{sp} (\sigma_{sp} - \sigma_1) A_s = 1(443 - 13.3) \cdot 4.52 \cdot 100 = 269852 \text{ Н} = 269.9 \text{ кН}$$

Для визначення втрат від повзучості визначаємо напруга обтиску:

$$\sigma_{Bp} = \frac{p}{A_{red}} + \frac{p \cdot e_{op}}{I_{red}} y_{red} = \frac{269852}{1859} + \frac{269852 \cdot 7.5}{112576} 10,3 = 319,2 \text{ Н / см}^2 = 3,2 \text{ МПа}$$

Встановлюємо значення придаточної міцності з умови:

$$\frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} \leq 0,75, \text{ тоді } R_{bp} = \frac{\sigma_{bp}}{0,75} = \frac{3,2}{0,75} = 4,27 < 0,5B30 = 15 \text{ МПа}, \text{ приймаємо } R_{bp} = 15 \text{ МПа}$$

$$\text{При } \frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} = \frac{3,2}{15} = 0,21 < \alpha = 0,25 + 0,025R_{bp} = 0,25 + 0,025 \cdot 15 = 0,63 \quad \text{втрати від}$$

швидкоплинної повзучості:

$$\sigma_B = 0,85 \cdot 40 \frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} = 0,85 \cdot 40 \cdot 0,21 = 7,14 \text{ МПа.}$$

Разом перші втрати , що відбуваються до закінчення обтиснення бетону
 $\sigma_{b1} = 13,3 + 7,14 = 20,44 \text{ МПа.}$

Напруга в напруженій арматурі з урахуванням перших втрат
 $\sigma_{sp1} = \sigma_{sp} - \sigma_{b1} = 443 - 20,44 = 422,6 \text{ МПа.}$

Зусилля обтиску з урахуванням перших втрат при
 $\gamma_{s6} = R_1 = 1(\sigma_{sp} - \sigma_{b1})A_s = 1 \cdot 422,6 \cdot 4,52 \cdot 100 = 265368 \text{ Н} = 265,4 \text{ кН}.$

Напруга в бетоні після обтиску :
 $\sigma_{Bp} = \frac{265368}{1859} + \frac{265368 \cdot 7.5}{112576} \cdot 7.8 = 270,5 \text{ Н / см}^2 = 2,7 \text{ МПа} < 0,95R_{bp} = 0,95 \cdot 15 = 14,25 \text{ МПа}.$

Втрати , що відбуваються після закінчення обтиску від усадки $\sigma_8 = 35 \text{ МПа}$,
 від повзучості:

$$\sigma_{bp} / R_{bp} = 2,7 / 15 = 0,18 \rightarrow \sigma_9 = 0,85 \cdot 150 \sigma_{bp} / R_{bp} = 0,85 \cdot 150 \cdot 0,18 = 22,95 \text{ МПа}$$

Разом, наступні втрати: $\sigma_{l2} = \sigma_8 + \sigma_9 = 35 + 22,95 = 57,95 \text{ МПа.}$

Повні втрати напруг: $\sigma_l = \sigma_{l1} + \sigma_{l2} = 20,44 + 57,95 = 78,39 \text{ МПа.}$

Тоді, напруги в арматурі з урахуванням всіх втрат :
 $\sigma_{sp2} = \sigma_{sp} - \sigma_l = 443 - 78,39 = 364,6$

Зусилля обтиску з урахуванням всіх втрат при $\gamma_{sb} = 1$:

$$p_2 = \gamma_{s6} (\sigma_{sp} - \sigma_l) A_s = 1(443 - 78,4) \cdot 4,52 \cdot 100 = 228969 \text{ Н} = 229 \text{ кН}$$

У подальших розрахунках необхідно вводити коефіцієнт точності натягу $\gamma_{s6} \neq 1$.

При електротермічному натягу:

$$\Delta\gamma_{sp} = 0.5 \frac{p}{\sigma_{sp}} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{Pp}} \right) = 0.5 \frac{90}{443} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{9}} \right) = 0.14$$

$$\gamma_{sp} = 1 + \Delta\gamma_{sp} = 1 + 0.14 = 1.14 \quad \text{чи} \quad \gamma_{sp} = 1 - 0.14 = 0.86.$$

Розрахунок міцності перерізів, похилих до поздовжньої осі панелі.

Припустимо, що на пріопорних ділянках панелі, довжиною по 1,6 (м) , з кожного боку встановлюємо по 2 каркаси ($p = 2$) з поперечною арматурою діаметром 6 мм, встановленими з кроком $S=150$ мм.

$$\text{Тоді, } \alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{170000}{29000} = 5.86$$

$$\mu_\omega = \frac{A_{sw}}{b_s} = \frac{2 \cdot 0.126}{48 \cdot 10} = 0.0011$$

$$\varphi_\omega = 1 + 5\alpha\mu_\omega = 1 + 5 \cdot 5.86 \cdot 0.0011 = 1.03$$

$$\varphi_{b1} = 1 - \beta R_b = 1 - 0.01 \cdot 17 = 0.83$$

Так як умова дотримана, то прийняті розміри перерізів достатні.

$$Q \leq 0.3\varphi_\omega\varphi_b R_b b h_o;$$

$$29300 \text{ H} \leq 0.3 \cdot 1.03 \cdot 0.83 \cdot 17 \cdot 48 \cdot 19.5 \cdot 100 = 408095 \text{ H}$$

Для перевірки умови:

$$Q \leq \varphi_{b3} R_{bt} b h_o (1 + \varphi_f + \varphi_n).$$

Визначаємо коефіцієнт:

$$\varphi_n = 0.1 \cdot \frac{p}{R_{bt} \cdot b \cdot h_o} = 0.1 \cdot \frac{269852}{1.08 \cdot 48 \cdot 19.5 \cdot 100} = 0.27 < 0.5$$

$$Q = 29300 \text{ H} < 0.6 \cdot 1.08 \cdot 48 \cdot 19.5 (1 + 0.5 + 0.27) \cdot 100 = 107170 \text{ H}$$

Так як умова дотримується, розрахунок поперечної арматури не потрібен.

Отже, поперечну арматуру передбачаємо з конструктивних умов з кроком $S < 15$ см. Призначаємо поперечні стрижні діаметром 6 мм класу А-240С через 15 см у опор на ділянках довжиною $\frac{1}{4}$ прольоту.

У середній $\frac{1}{2}$ частині панелі для зв'язку поздовжніх стрижнів каркаса з конструктивних міркувань ставимо поперечні стрижні через 0.5 м.

2.4 Розрахунок прогинів

Момент в середині прольоту:

– від повного нормативного навантаження $M = 38,1$ кНм;

– від короткочасного навантаження $M_{cd} = 4,1$ кНм.

– від постійної і тривалої нормативної $M_{ld} = 33,9$ кНм.

Визначаємо прогин панелі наближеним методом, використовуючи значення λ_{lim} . Для цього попередньо обчислимо:

$$\gamma = \gamma' = \frac{(b'_f - b) \cdot h'_f}{bh_0} = \frac{(149 - 48) \cdot 4.1}{48 \cdot 19.5} = 0.442$$

$$\mu_a = \frac{A_s E_s}{bh_0 E_b} = \frac{4,52 \cdot 19 \cdot 10^5}{48 \cdot 19,5 \cdot 29000} = 0.24$$

За таблицями знаходимо $\lambda_{lim} = 13$ при $\mu_a = 0.2$ та арматуру класу А – 500С.

Загальна оцінка деформативності панелі:

$$l/h_0 + 18 h_0/l = \lambda_{lim},$$

так як, $l/h_0 = 620/19,5 = 31,8 > 10$, другий член у лівій частині – нерівність через малість не враховуємо і оцінюємо за умовою $l/h_0 < \lambda_{lim}$:

$$l/h_0 = 31,8 > \lambda_{lim} = 13.$$

Умова не задовольняється, потрібно провести розрахунок прогинів. Прогин в середині прольоту панелі від постійних і тривалих навантажень:

$$f_{max} = \frac{S \cdot l^2}{rc} = \frac{5}{48} \cdot 6,3^2 \cdot \frac{1}{rc},$$

де $1/rc$ - кривизна в середині прольоту панелі.

$$\frac{1}{rc} = \frac{1}{E_s A_s h_0^2} \cdot \frac{M_{ld} - k_1 b h^2 R_{bt, ser}}{k_1 \cdot ld} = \frac{1}{1,9 \cdot 10^5 (100) \cdot 4,52 \cdot 19,5^2} \cdot \frac{3390000 - 0,2 \cdot 48 \cdot 22^2 \cdot 1,8 (100)}{0,34} = 2,6 \cdot 10^{-5} \text{ см}^{-1}$$

Тут коефіцієнти $k_1 ld = 0,34$ и $k_2 ld = 0,2$

залежно від $\mu_0 = 0,2$ и $\gamma' = 0,442 \approx 0,6$ для двотаврових перерізів.

Обчислюємо прогин f наступним чином:

$$f_{\max} = (5/48) \cdot 620^2 \cdot 2,6 \cdot 10^{-5} = 1,04 \text{ см, що менше } f_{\lim} = 3 \text{ см.}$$

2.5 Розрахунок панелі щодо розкриття тріщин

Панель перекриття відноситься до третьої категорії тріщиностійкості як елемент, експлуатований в закритому приміщенні і армований стрижнями із сталі класу А800С. Гранично допустима ширина розкриття тріщин $a_{crc1} = 0,4$ мм та $a_{crc2} = 0,3$ мм.

Для елементів третьої категорії тріщиностійкості, що розраховуються за розкриттям тріщин, нормальних до поздовжньої осі, при дії короткочасних і тривалих навантажень, має дотримуватися умова:

$$a_{crc} = a_{crc1} - a_{crc2} + a_{crc3} < a_{crc, \max},$$

де:

$a_{crc1} - a_{crc2}$ - прирощення ширини розкриття тріщин в результаті короткочасного збільшення навантаження від постійного і тривалого до повного;

a_{crc3} - ширина розкриття тріщин від тривалої дії постійних і тривалих навантажень. Ширину розкриття тріщин визначаємо за формулою:

$$a_{crc} = \delta \varphi_c \eta \frac{G_s}{E_s} \cdot 20(3,5 - 100\mu) \cdot \sqrt[3]{a} \cdot \delta_a$$

$\delta = 1$ – як для згинальних елементів;

$\eta = 1$ – як для стержневої арматури періодичного профілю;

$d = 2$ см – за розрахунком;

$E_s = 1,9 \times 10^5$ МПа – для сталі класу А – 500С

$\delta_a = 1$, т.к. $a_\alpha = 3$ см $< 0,2 * h = 0,2 * 22 = 4,4$ см;

$\varphi_c = 1$ – при короткочасних навантаженнях;

$\varphi_c = 1,6 - 15\mu$ - при постійних і тривалих навантаженнях;

$$\mu = \frac{As}{bh_0} = \frac{4,52}{48 * 19,5} = 0,005 < \mu = 0,02.$$

Приймаємо $\mu = 0,005$.

Тоді,

$$\varphi_c = 1,6 - 15 * 0,005 = 1,5;$$

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s \cdot z_1} = \frac{M}{W_s}$$

Визначаємо z_1 :

$$z_1 = h_0 \cdot \left[1 - \frac{\varphi'_f \cdot h'_f / h_0 + \xi^2}{2 \cdot (\varphi'_f + \xi)} \right], \text{ де:}$$

$$\varphi'_f = 0,55; \quad h'_f / h_0 = 4,1 / 22 = 0,186; \quad h_0 = 19,5 \text{ см.}$$

Знаходимо ξ :

$$\xi = \frac{1}{1,8 + \frac{1 + 5(\delta + \lambda)}{10\mu_a}}.$$

$$\lambda = \varphi'_f (1 - h'_f / (2h_0)) = 0,55(1 - 4,1 / (2 * 19,5)) = 0,492.$$

Значення δ від дії всього нормативного навантаження:

$$\delta = \frac{M^N}{R_{b,ser} b h_0^2} = \frac{3810000}{22(100)(149 * 19,5^2)} = 0,031$$

$$\mu_a = \frac{A_s E_s}{b h_0 E_b} = \frac{4,52 * 1,9 * 10^5}{48 * 19,5 * 29000} = 0,03$$

Обчислюємо ξ при короткочасній дії всього навантаження:

$$\xi = \frac{1}{1.8 + \frac{1 + 5 \cdot (0.031 + 0.492)}{10 \cdot 0.03}} = 0.073 < \frac{h'_f}{h_0} = 0.186.$$

Продовжуємо розрахунок як для таврових перерізів.

$$\text{Значення } z_1: z_1 = 19,5 \left[1 - \frac{0.55 \cdot 0.186 + 0.073^2}{2(0.55 + 0.073)} \right] = 17.82 \text{ см.}$$

Пружно-пластичний момент опору залізобетонного таврового перетину після утворення тріщин:

$$W_s = A_s \cdot z_1 = 4,52 \cdot 17.82 = 80,6 \text{ см}^3.$$

Розрахунок по тривалому розкриттю тріщин

Напруга в розтягнутій арматурі при дії постійних і тривалих навантажень:

$$M_{ld} = 33,9 \text{ кНм.}$$

$$\sigma_s = \frac{M_{ld}}{W_s} = \frac{33,9 \cdot 10^5}{80,6} = 42059 \text{ Н/см}^2 = 421 \text{ МПа},$$

де $W_s = 80,6 \text{ см}^3$ прийнято без перерахунку величини e_1 , так як значення ξ при підстановці до формули параметром $\delta_{ld} = 0.027$ (замість $\delta = 0.031$) змінюється не суттєво.

Ширина розкриття тріщини від дії постійних і тривалих навантажень при

$$\varphi_c = 1.3: a_{crc3} = 1 \cdot 1 \cdot 1.3 \cdot \frac{421}{1,9 \cdot 10^5} \cdot 20 \cdot (3.5 - 100 \cdot 0.005)^3 \sqrt[3]{12} \cdot 1 = 0.253 \text{ мм} < a_{crc, \max} = 0.3 \text{ мм}$$

Умова задовольняється.

Розрахунок короточасного розкриття тріщин.

$$M^n = 38,1 \text{ кНм}$$

$$M_{ld} = 33,9 \text{ кНм}$$

Δa_{crc} - визначаємо за формулою.

Напруга в розтягнутій арматурі при спільній дії всіх нормативних навантажень:

$$\sigma_{s1} = \frac{M^n}{W_s} = \frac{38,1 \cdot 10^5}{80,6} = 47270 \text{ Н/см}^2 = 473 \text{ МПа}$$

Приріст напруги за рахунок короточасного збільшення навантаження від тривалого діючого до його повної величини:

$$\Delta\sigma_s = \sigma_{s1} - \sigma_{s2} = 473 - 421 = 52 \text{ МПа.}$$

Відповідно припущення ширини розкриття тріщин при $\varphi_c = 1$

$$\Delta a_{crc} = a_{crc1} - a_{crc2} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{52}{1,9 \cdot 10^5} 20 \cdot (3,5 - 100 \cdot 0,005) \sqrt[3]{12} \cdot 1 = 0,037 \text{ мм.}$$

Ширина розкриття тріщин при спільній дії всіх навантажень:

$$a_{crc} = 0,253 + 0,037 = 0,291 \text{ мм} < a_{crc, \max} = 0,4 \text{ мм}, \text{ умова виконується.}$$

Перевірка з розкриття тріщин, похилих до поздовжньої осі.

Ширину розкриття тріщин похилих до поздовжньої осі елемента і армованих поперечною арматурою, визначаємо за формулою:

$$a_{crc} = \varphi_l \frac{0,6 \sigma_{sw} dW \eta}{E_s \frac{dw}{h_0} + 0,15 E_b (1 + 20 \mu_w)}$$

де φ_c - коефіцієнт, що дорівнює 1 при обліку короткочасних навантажень, включаючи постійні і тривалі навантаження нетривалої дії, і 1,5 для важкого бетону природної вологості при обліку постійних і тривалих навантажень тривалої дії;

$\eta = 1,4$ - для гладкої дрітної арматури;

$d_w = 6$ А240С – діаметр поперечних стрижнів (хомутів);

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{1,9 \cdot 10^5}{2,9 \cdot 10^4} = 6,55$$

$$\mu_w = \frac{A_{sw}}{b_s} = \frac{0,85}{29 \cdot 10} = 0,0029$$

(A_{sw} - площа перерізу поперечних стрижнів; в трьох каркасах передбачено 3 Ø6 А240С $A_{sw} = 3 \cdot 0,283 = 0,85 \text{ см}^2$), напруга в поперечних стрижнях (хомутах):

$$\sigma_{sw} = \frac{Q - Q_{b1}}{A_{sw} h_0} S < R_{s, \text{cer}},$$

$$\text{де } Q_{b1} = 0,8 \cdot \varphi \cdot b_4 (1 + \varphi_n) \cdot R_{bt, \text{ser}} b h_0^2 / c = 0,8 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1,8(100) \cdot 29 \cdot 19,5^2 / 39 = 61 \cdot 10^3 \text{ Н},$$

$$\text{тут } \varphi_n = 0; \quad c = \eta h_0 = 2 \cdot 19 = 39 \text{ см.}$$

$$\sigma_{cw} = \frac{29000 - 61000}{0.85 \cdot 19,5} < 0$$

$Q^{\Pi} = 25230 \text{ Н}$ – поперечна сила від дії повного нормативного навантаження при $\varphi_f = 1$;

$Q^{\text{н}}_{\text{ld}} = 22510 \text{ Н}$ також від дії постійного і тривалого навантаження. Так як σ_{sw} за розрахунком величина негативна, то розкриття тріщин похилих до поздовжньої осі не буде.

Перевірка панелі на монтажні навантаження.

Панель має чотири монтажні петлі зі сталі класу А-240С розташовані на відстані 70 см від кінців панелі.

З урахуванням коефіцієнта динамічності $k_d = 1.4$, розрахункове навантаження від власної ваги панелі буде дорівнює:

$$q = k_d \gamma q_b = 1.4 \cdot 1.1 \cdot 2750 \cdot 1.49 = 6310 \text{ Н/м.}$$

Негативний згинальний момент консольної частини панелі:

$$M = \frac{ql^2}{2} = \frac{6310 \cdot 0.7^2}{2} = 1546 \text{ Нм}$$

Цей момент сприймається поздовжньої монтажною арматурою каркасів. Вважаючи, що $z_1 = 0.9h_0$, необхідна площа перерізу зазначеної арматури становить:

$$A_s = \frac{M}{z \cdot R_s} = \frac{154600}{0.9 \cdot 19 \cdot 280(100)} = 0.32 \text{ см}^2, \text{ що значно менше прийнятої}$$

конструктивної арматури 3Ø10A240С, $A_s = 2.36 \text{ см}^2$.

При підйомі панелі вага її може бути переданий на дві петлі. Тоді зусилля на одну петлю становить:

$$N = \frac{ql}{2} = \frac{6310 \cdot 6.27}{2} = 19782 \text{ Н.}$$

Площа перерізу арматури петлі:

$$A_s = \frac{N}{R_s} = \frac{19782}{190000} = 0.104 \text{ см}^2.$$

Приймаємо конструктивно стрижні діаметром 12 мм з $A_s = 1.13 \text{ см}^2$.

2.6 Висновки за розділом 2

Прийнято безкаркасну конструктивну схему з несучими цегляними стінами. Просторова жорсткість, стійкість та надійність 9-поверхового будинку забезпечуються спільною роботою взаємопов'язаних поздовжніх і поперечних несучих стін, а також утворенням жорсткого горизонтального диска перекриття шляхом анкерування та ретельного замонолічування міжплитних швів цементно-піщаним розчином.

Зовнішні та внутрішні несучі міжквартирні стіни проєктованої будівлі виконуються з цегли. Несуча система будівлі базується на традиційній цегляній кладці, що забезпечує необхідну міцність, довговічність та просторову жорсткість конструкції.

Запроєктовано збірні стрічкові фундаменти з бетонних блоків (ФБС), змонтованих на монолітній залізобетонній плиті (бетон класу С12/15, армований у двох напрямках) по бетонній підготовці (С8/10) товщиною 100 мм. Глибина закладання становить 3,8м, що гарантує стійкість споруди.

Для захисту від підтоплення та руйнування передбачено обмазувальну вертикальну гідроізоляцію гарячим бітумом та улаштування широкого бетонного вимощення 2000мм по периметру будівлі.

У межах розділу виконано збір навантажень (постійних та тимчасових), визначено розрахункові зусилля та проведено конструктивний розрахунок багатопустотної плити за двома групами граничних станів. Розрахунком підтверджено міцність панелі за згинальним моментом та поперечною силою, виконаний підбір робочої поздовжньої арматури, а також перевірено жорсткість елемента (прогини) та тріщиностійкість, що повністю гарантує надійність перекриття в процесі тривалої експлуатації будинку.

Сходи виконано зі збірних залізобетонних одномаршевих елементів типу ЛМФ, які спираються на плити перекриття та зварюються між собою для створення жорсткого сходового вузла.

3 БЛАГОУСТРІЙ ТА ІНЖЕНЕРНА ПІДГОТОВКА ТЕРИТОРІЇ

3.1 Визначення чисельності населення житлового двору

Населення житлового двору поділяється на такі вікові категорії:

1. Діти дошкільного віку: до 3 років; від 4 до 6 років.
2. Діти молодшого шкільного віку – 7–12 років.
3. Підлітки середнього та старшого шкільного віку 13–17 років.
4. Працездатне доросле населення та молодь, яка навчається.
5. Особи пенсійного віку.

Діти дошкільного та молодшого шкільного віку більшу частину вільного часу проводять у межах житлового двору та мікрорайону. Приблизно 60% дошкільнят у будні дні перебувають у дитячих дошкільних закладах, за винятком вихідних. Молодші школярі значну частину дня користуються дитячими та спортивними майданчиками на прибудинковій території. Дошкільнята, як правило, граються поблизу житлових будинків під наглядом дорослих. У літній період понад 80% дітей тимчасово виїжджають за межі міста. Вагому частину часу на території мікрорайону проводять також люди пенсійного віку: близько 20% часу вони перебувають із дітьми, а приблизно 60% приділяють самотійному відпочинку та прогулянкам. Працююче населення та студентська молодь у будні дні переважно відсутні на території житлового двору, тому рівень використання ними прибудинкового простору є незначним [23].

Для визначення кількості мешканців у групі житлових будинків застосовується така формула:

$$N = S_{\text{ж.т}}/A;$$

де $S_{\text{ж.т}} = 8298 \text{ м}^2$ – площа житлової території;

A – середній показник житлової забезпеченості населення, $\text{м}^2/\text{особу}$, який визначається залежно від рівня комфортності житла. Для житлових будинків висотою 9 поверхів і більше приймається ($A = 18$) $\text{м}^2/\text{особу}$.

$N = 8298/18 = 460$ чол,

$$S_{\text{ж.т}} = S_c \cdot n_n \cdot n_c = 461 \cdot 9 \cdot 2 = 8298 \text{ м}^2,$$

де $S_c = 461 \text{ м}^2$ – площа однієї секції на одному поверсі, м^2 ; $n_n = 9$ – кількість поверхів будівлі; $n_c = 2$ – кількість секцій у будинку.

3.2 Функціональне зонування території

Для раціонального формування планувальної структури території забудови та організації її озеленення необхідно виконати функціональне зонування території.

Безпосередньо біля житлових будинків виділяється зона повсякденного користування, до складу якої входять прибудинкові смуги з боку входів і під'їздів, палісадники з протилежного боку будівель шириною 8–10 м, торцеві ділянки шириною 6–8 м, а також території, розташовані за внутрішньоквартальними проїздами зі сторони входів шириною 20–30 м. У межах цієї зони розміщуються об'єкти первинного користування населення: майданчики для дітей дошкільного віку, місця відпочинку для осіб похилого віку, а також господарські ділянки для сушіння білизни, очищення килимів і встановлення контейнерів для збору побутових відходів.

У центральній частині дворового простору житлової групи формується зона активного відпочинку, де передбачається розміщення спортивних та ігрових майданчиків для дітей шкільного віку, молоді та частково дорослого населення.

На рис. 3.1 наведено схему функціонального зонування житлової території, у якій виділено підзони тихого відпочинку, активного дозвілля та господарського використання. На основі такого зонування розробляється планувальне рішення території, визначається розташування майданчиків різного призначення та їх оснащення відповідним обладнанням. Важливе значення має правильне розміщення елементів благоустрою, оскільки ефективність озеленення та комфортність використання території значною мірою залежать від взаємозв'язку насаджень і функціональних зон. При проектуванні також необхідно враховувати радіус обслуговування населення – допустиму максимальну відстань від входу до житлового будинку до відповідного майданчика [23].

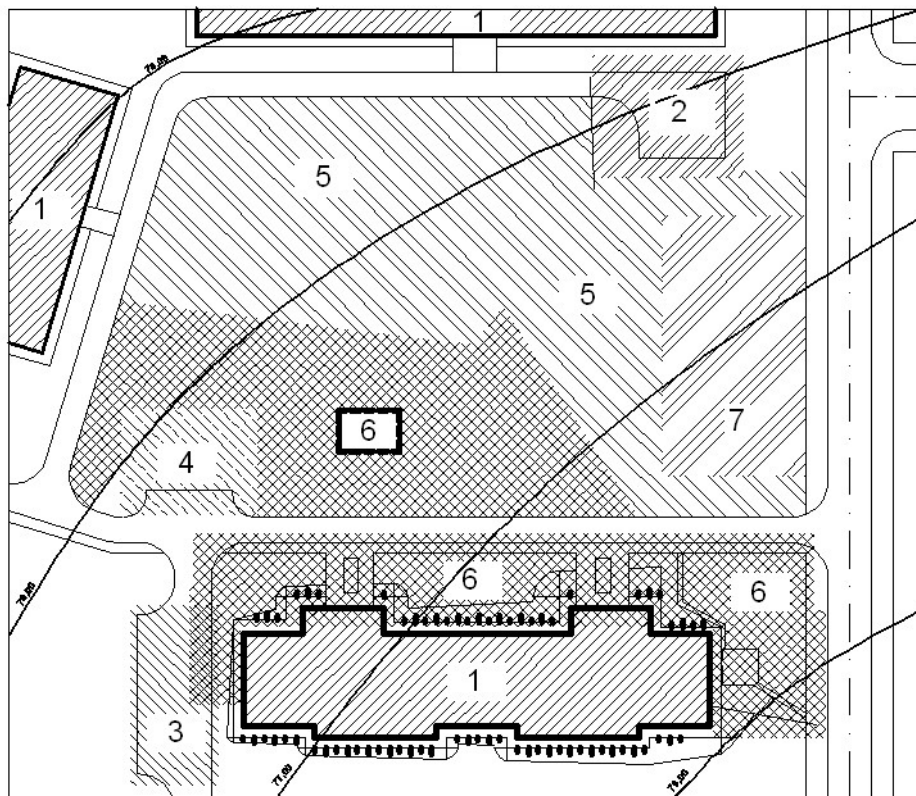


Рисунок 3.1 – Схема зонування житлової території:

1 – житлові будинки; 2 – майданчики для розвороту транспорту; 3 – автомобільні стоянки; 4 – господарські майданчики для потреб мешканців; 5 – зони дитячого відпочинку та ігор; 6 – майданчики для відпочинку дорослого населення; 7 – спортивна зона

Рациональне розміщення майданчиків у межах функціональних зон забезпечує комфортне користування територією та створює сприятливі умови для розвитку зелених насаджень. У разі недотримання потреб мешканців і нормативного радіуса обслуговування, як свідчить практика, газони та озеленені ділянки зазнають витоπτування, оскільки жителі самостійно облаштовують місця відпочинку чи господарського використання у невідповідних місцях. Водночас незручно розташовані майданчики залишаються маловикористовуваними. У результаті погіршується стан насаджень і знижується загальний рівень благоустрою території.

Під час проєктування житлової забудови необхідно передбачати рівномірне розміщення майданчиків, переважно у дворах житлових груп. Залежно від функціонального призначення майданчики поділяються на такі категорії:

- дитячі майданчики для дітей дошкільного віку з радіусом обслуговування 25–50 м;
- майданчики для дітей молодшого шкільного віку з радіусом доступності 50–100 м;
- спортивні майданчики для старшокласників, молоді та дорослого населення з радіусом обслуговування 200–300 м;
- майданчики тихого відпочинку для дорослих із радіусом обслуговування до 50 м;
- господарські майданчики з радіусом доступності до 100 м.

Розміри майданчиків усіх типів визначаються залежно від кількості відвідувачів різних вікових груп із врахуванням одночасного перебування мешканців на території, а саме:

- для дітей дошкільного віку – 40% від їх загальної кількості;
- для дітей молодшого шкільного віку – 50%;
- для підлітків, молоді та дорослого населення – 50%;
- для осіб пенсійного віку, що користуються зонами тихого відпочинку – 80%.

Для визначення необхідних площ майданчиків різного призначення спочатку встановлюється загальна чисельність населення житлової групи, після чого визначається кількість мешканців у кожній віковій категорії. Далі, використовуючи орієнтовні нормативи площі на одного відвідувача, виконують розрахунок площ майданчиків, результати якого наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Розрахункові показники елементів благоустрою

Майданчики, території	Питомі розміри майданчиків, м ² /чел	Площа майданчиків, м ²	Найменша відстань від майданчиків до вікон житлових будівель, м	Радіус доступності, м
Для ігор дітей:				
До 3-х років	0,15	27,6	12	30-50
Від 3-6 років	0,25	57,5	12	100
Від 6-13 років	0,3	69,0	12	300
Для відпочинку дорослого населення	0,1 м ²	36,8	10	200
Спортивні майданчики	0,4	92,0	10-40	-
Господарські майданчики	0,3	138,0	20	100

Дитячі ігрові майданчики необхідно розташовувати ізольовано від проїздів та пішохідних шляхів з інтенсивним рухом, виключаючи наскрізний прохід через їх територію. Майданчики проектує з урахуванням вікових груп дітей; залежно від планувального рішення вони можуть бути прибудинковими, дворовими або розрахованими на житлову групу [11].

Для підвищення функціональності окремі майданчики можуть об'єднуватися у дитячі ігрові комплекси, де зони для різних вікових категорій розмежовуються зеленими насадженнями, живоплотами чи газонами.

На території передбачають встановлення ігрового та спортивного обладнання: гойдалок, каруселей, гірок, драбинок, елементів для лазіння, тунелів та інших конструкцій. Також рекомендується влаштовувати доріжки

шириною 1–1,5 м для катання на велосипедах, самокатах і роликах, а також майданчики для вивчення правил дорожнього руху.

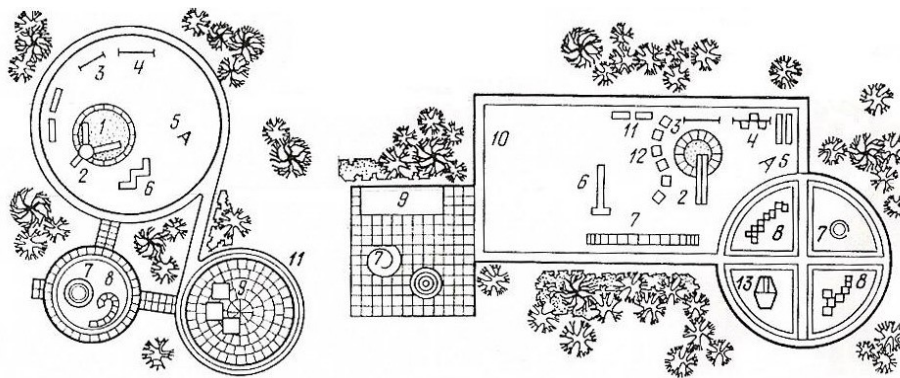


Рисунок 3.2 – Дитячий комплекс-містечко

Ігрові елементи можуть включати сад-лабіринт площею 80–100 м² із підстриженими чагарниками, декоративними деревами та дерев'яними скульптурами казкової тематики, а також відкриті майданчики з вольєрами для птахів і дрібних тварин, будівельні зони та майданчики для лялькового театру. Для рухливих ігор передбачаються трав'яні газони.

Зони тихого відпочинку розміщують переважно у дворах або вздовж прогулянкових алей мікрорайону, у складі комплексних ігрових просторів. Вони обладнуються лавами, навісами від сонця та активно озеленюються (рис. 3.3).

Майданчики для настільних ігор (шахи, шашки, доміно тощо) розташовують у житлових дворах або громадсько-ігрових зонах, часто поруч зі спортивними майданчиками. Їх рекомендується віддаляти від дитячих та господарських зон на 10 м і розміщувати не ближче ніж 20 м від житлових будинків (рис. 3.4).

Майданчики для людей похилого віку, які розміщують поблизу входів у будинки, облаштовують у прибудинкових смугах або дворових територіях. Вони оснащуються лавами та навісами для затінення (рис. 3.5).

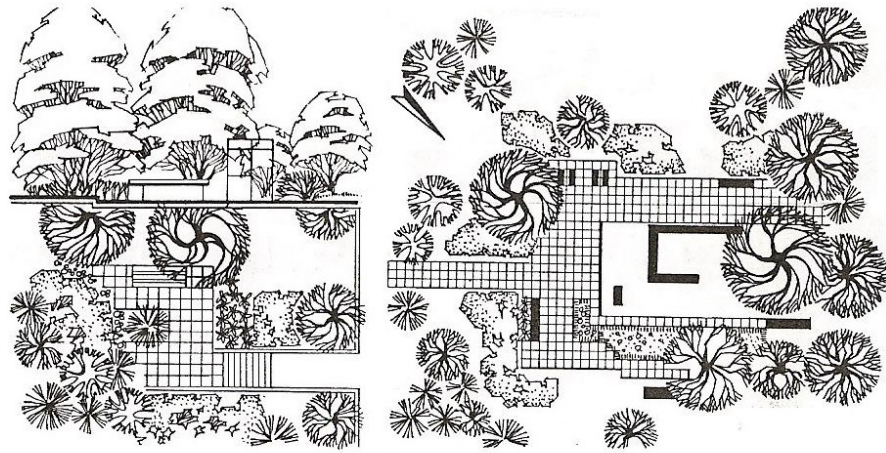


Рисунок 3.3 – Майданчики для тихого відпочинку

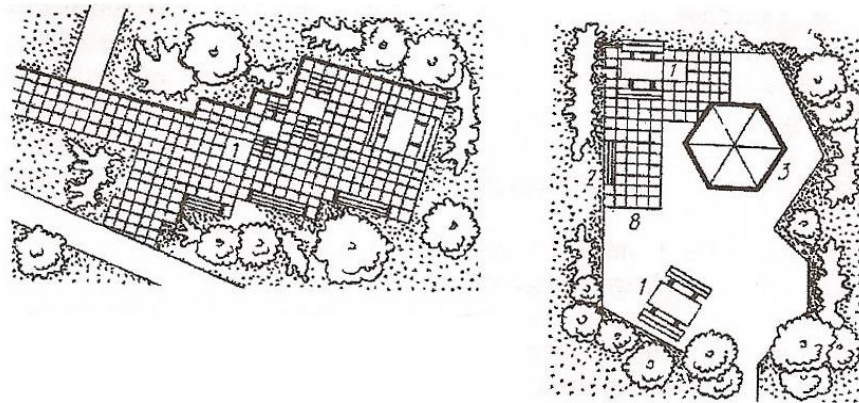


Рисунок 3.4 – Майданчики для настільної гри:

1 – стіл із лавами; 3 – альтанка; 8 – покриття з бетонної плитки

Розміри майданчиків для тихого відпочинку та настільних ігор можуть варіюватися від невеликих зон із 1–2 лавами до більш просторих територій із навісами та альтанками. Такі майданчики для дорослого населення не мають жорсткої орієнтації. По їх периметру висаджують групи дерев і чагарників, що формують комфортне середовище. Озеленення повинно забезпечувати оптимальні умови інсоляції та аерації, створюючи затінення зон відпочинку та захист від переважаючих вітрів. Приклад організації ділянки біля входу в житловий будинок наведено на рис. 3.5.

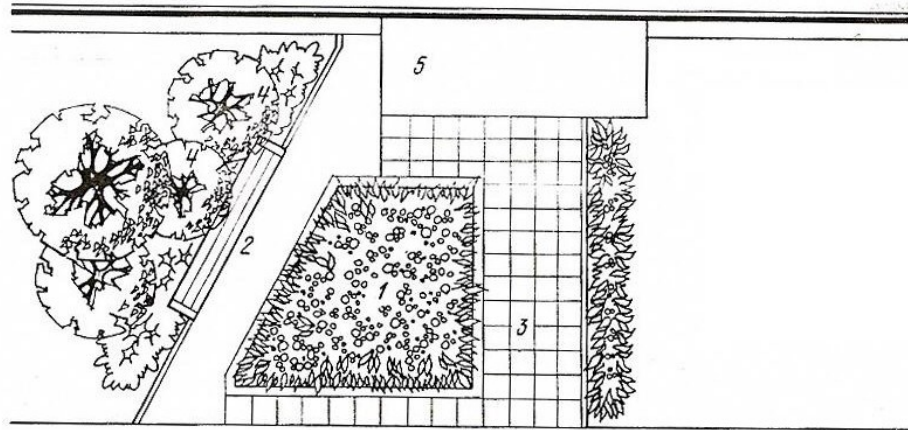


Рисунок 3.5 – Ділянка біля входу в житловий будинок включає: 1 – квітник; 2 – лаву для відпочинку; 3 – мощення з плиткових матеріалів; 4 – зелені насадження (дерева та чагарники); 5 – під’їзну зону.

Покриття майданчиків для відпочинку дорослого населення може виконуватися з трав’яного покриву, щебеню або плитки – залежно від інтенсивності використання та прийнятого архітектурно-планувального рішення.

Великі дерева з густою кроною розміщують вільно на газоні для формування затінених зон відпочинку, часто поруч із групами багаторічних рослин або вздовж відгалужень доріжок. Для захисту ґрунту навколо стовбурів від витоптування застосовують металеві решітки, бетонні елементи або засипання крупною галькою.

Господарські майданчики передбачаються для кожної групи житлових будинків, а при розосередженій забудові – розміщуються з урахуванням радіусу доступності, але не ближче 15–20 м від житлових будівель.

Загальна площа господарських майданчиків у межах мікрорайону визначається згідно з таблицею 3.1, а їх кількість і розміри – відповідно до чисельності населення за даними таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Розміри майданчиків

Призначення майданчиків	Приблизна площа на 1 чол., м ²	Розмір майданчика, м ²
Сушка білизни	0,17 – 78,2 м ²	25-100
Чищення килимів і домашніх речей	0,10 – 46,0 м ²	10-20
Для сміттєзбірників	0,03 – 13,8 м ²	6-12

Майданчики для сушіння білизни слід розміщувати на відстані не більше 100 м від входів у житлові будинки та не ближче ніж 20 м від вікон житлових приміщень. Вони влаштовуються на добре інсолюваних, чистих від пилу відкритих ділянках, бажано з озелененням по периметру у вигляді живоплоту. Для зменшення забруднення сам майданчик доцільно розташовувати на газоні, а підходи до нього та зони навколо вимощувати плиткою, щоб запобігти витоптуванню трав'яного покриву.

Покриття невеликих майданчиків може бути асфальтовим, щебеневим або плитковим. Поздовжні ухили приймають 2% для газонних ділянок і близько 1% для твердих покриттів.

Такі майданчики рекомендується розташовувати на віддалі від сміттєзбірників і зон очищення килимів. Вони обладнуються пристроями для натягування мотузок, які можуть бути стаціонарними або переносними (рис. 3.6). Стаціонарні конструкції виконують у вигляді металевих стояків і рам із труб діаметром близько 1,5 дюйма, висотою 1,8–2,0 м, з відстанню між опорами 2–3 м та між рамами 4–5 м.

Майданчики для вибивання килимів, очищення та провітрювання речей доцільно розміщувати біля глухих торців будівель або навпроти сходових кліток. Їх площа становить 10–20 м², покриття виконується з плитки або мозаїки з ухилом 1–2%. По периметру такі майданчики захищаються живоплотом із дерев і середньорослих чагарників.

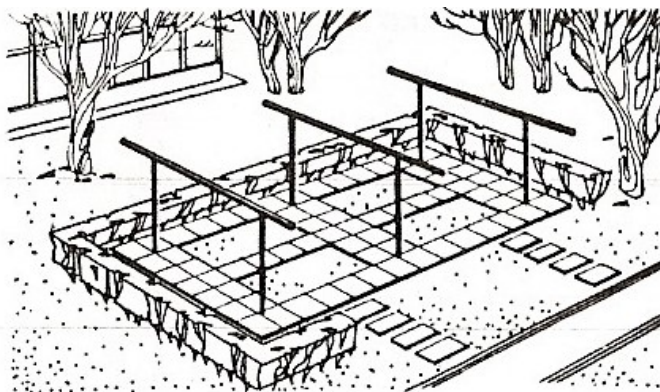


Рисунок 3.6 – Майданчик для сушки білизни

Основне обладнання таких майданчиків включає рами для сушіння та розвішування речей заввишки 1,8 – 2,0 м і шириною нижньої частини 1,5 – 1,6 м (рис. 3.7).

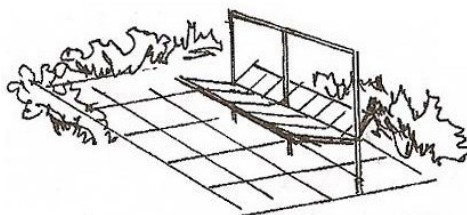


Рисунок 3.7 – Майданчики для чищення килимів і сушки білизни

Майданчики для розміщення сміттєзбірників можуть бути облаштовані контейнерами місткістю 80–100 л (з розрахунку на 50–60 осіб) або великими контейнерами на 800 л (на 450–500 осіб). Вони встановлюються у дворових зонах на спеціально відведених ділянках.

За типом облаштування такі майданчики поділяються на відкриті, які огорожуються живоплотом або стінками, та криті – у вигляді навісів (рис. 3.8). Криті варіанти переважно використовують для баків, тоді як відкриті – для контейнерів.

Розміщення майданчиків передбачається на відстані не більше 100 м від сходових кліток і не ближче 20 м від вікон житлових будинків.

Майданчики з баками можуть бути віддалені від внутрішньоквартальних проїздів не більше ніж на 25 м.

У випадку наскрізного проїзду зона для під'їзду сміттєвозів повинна мати ширину 3,5–8 м, а при тупиковому під'їзді – розмір майданчика приймається 12×12 м.

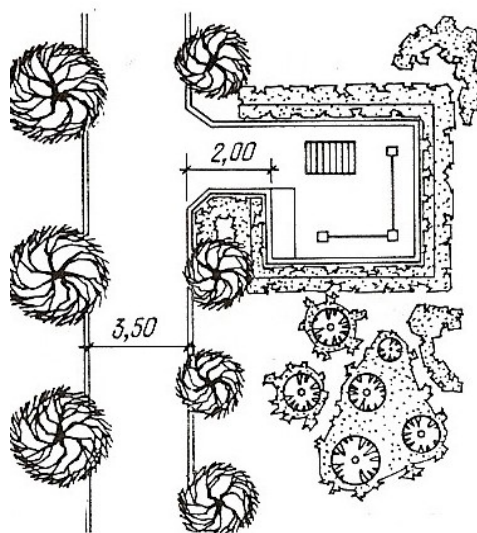


Рисунок 3.8 – Майданчик для сміттєзбірників

Як правило, один майданчик розраховується на обслуговування 200–400 мешканців при використанні сміттєвих бачків і до 500 мешканців – при встановленні контейнерів. Для одного бачка передбачається площа 0,75–1,5 м², а для контейнера – 2–3 м².

Покриття майданчиків повинно бути водонепроникним і зручним для прибирання, зазвичай виконують його з асфальтобетону або великорозмірних бетонних плит.

Передбачається ухил близько 1% для організованого відведення дощових вод. Сам майданчик піднімають приблизно на 10 см над рівнем землі.

3.3 Формування дорожньо-стежкової мережі

Важливе значення у системі благоустрою території має організація пішохідних зв'язків. Вона формується відповідно до розміщення основних функціональних зон житлової забудови та повинна забезпечувати зручне і безперешкодне пересування пішоходів у всіх напрямках.

Пішохідні доріжки проектується з урахуванням інтенсивності їх використання і поділяються на основні, другорядні та ті, що використовуються періодично. Схему дорожньо-стежкової мережі багатоповерхового житлового комплексу наведено на рис. 3.9.

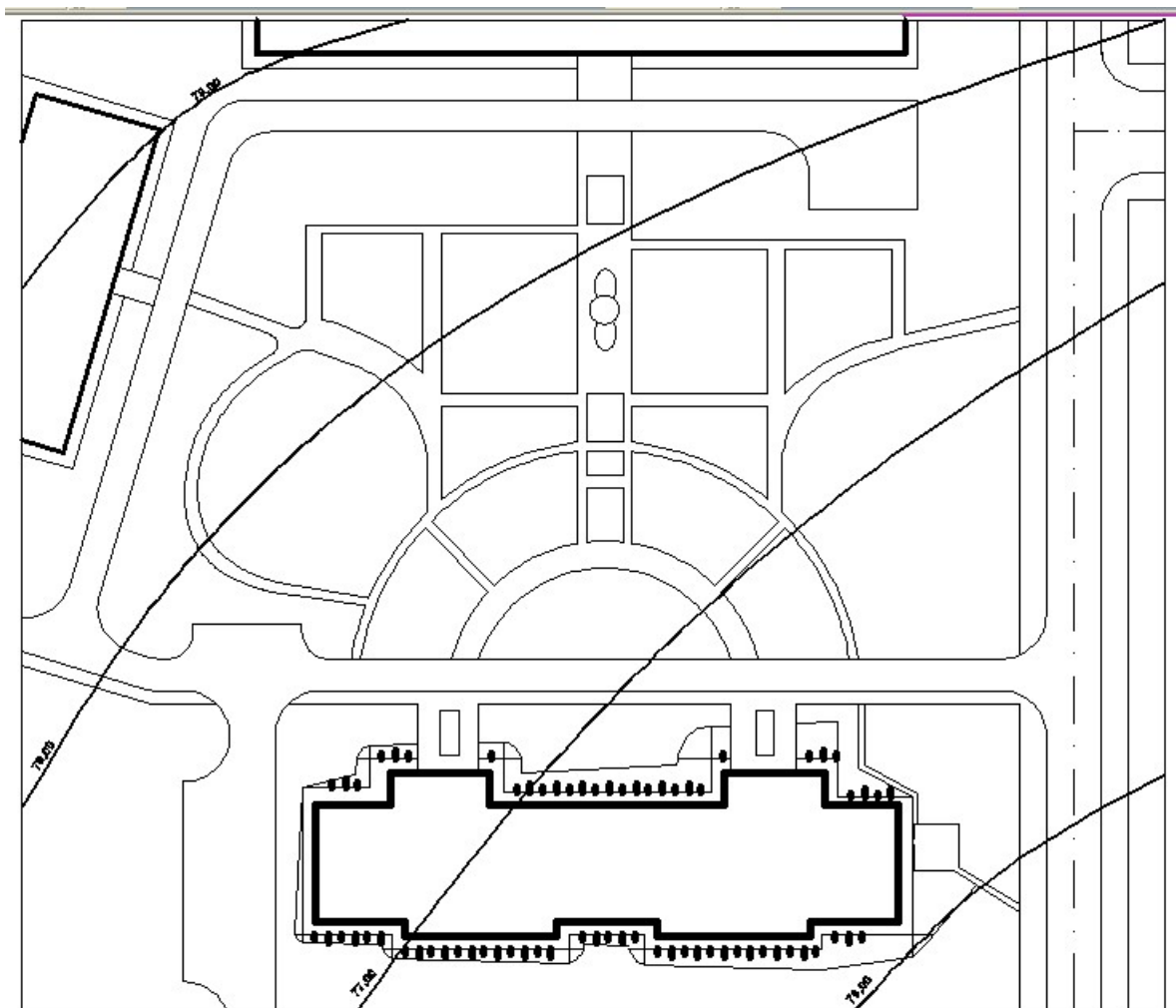


Рисунок 3.9 – Дорожньо-стежкова мережа

Основні пішохідні доріжки прокладаються до міських магістралей, зупинок громадського транспорту, закладів обслуговування, зелених зон та ігрових комплексів.

Другорядні доріжки забезпечують доступ до дитячих майданчиків для дітей до 6 років і до сміттєзбірних майданчиків.

Доріжки періодичного використання ведуть до зон сушіння білизни, майданчиків для очищення речей та місць тихого відпочинку.

Ширина та трасування доріжок визначаються їх функціональним призначенням та інтенсивністю руху і становлять: 1,5 – 2,5 м для основних, 1,0 – 1,25 м для другорядних та 0,5 – 0,8 м для періодичного користування. Орієнтовно ширина також приймається з розрахунку: 0,75 м для одностороннього руху та 1,5 м для двостороннього.

Загальна площа пішохідних доріжок, тротуарів і майданчиків відпочинку не повинна перевищувати 30% площі озелененої території двору.

Під час проєктування також визначають типи покриття для доріжок і майданчиків, оскільки вони є важливими елементами благоустрою та суттєво впливають на архітектурно-художнє формування житлової групи.

3.4 Проєктування зелених насаджень

Проєктування зелених насаджень є ключовим елементом загального благоустрою та озеленення дворів і територій житлових груп. Розміщення дерев, чагарників, газонів і квітників має бути узгодженим із плануванням майданчиків, їхніми розмірами та конфігурацією.

До озеленення різних функціональних зон прибудинкової території висуваються окремі вимоги. Особливу увагу приділяють прибудинковим смугам, які формують вхідну зону будинку та є найбільш активно сприйнятими мешканцями, особливо з перших поверхів (рис. 3.10). За

нормативами їх ширина становить 3,5 – 8,0 м. Тут доцільно розміщувати компактні групи чагарників, невисокі дерева, квітники, а також невеликі ділянки (2×2 або 4×4 м) для індивідуального квітникарства.

Чагарники рекомендується підбирати з урахуванням строків цвітіння для забезпечення декоративності протягом сезону. Також у прибудинкових смугах передбачають місця для витких рослин, які оздоблюють фасади та створюють плавний перехід між будівлею і відкритим простором.

Дерева слід висаджувати не ближче 5 м від будівель, а чагарники – не ближче 1,5 м, щоб уникнути затінення вікон. Прибудинкові насадження мають бути органічно пов'язані з усією територією двору.

Під час озеленення спортивних майданчиків необхідно враховувати їх шумове та пилове навантаження, тому їх зазвичай відокремлюють сітчастими огорожами, по яких можна висаджувати виткі рослини. По периметру таких зон рекомендується висаджувати швидкокорослі дерева з густою кроною, що розміщуються групами або рядами для зменшення впливу вітру. Ширина захисних зелених смуг має становити не менше 10 м, а дерева розташовують не ближче 2 м від краю майданчика.

Особливу увагу приділяють озелененню територій дитячих майданчиків. Тут важливо забезпечити захист від вітру, достатнє освітлення та природне провітрювання. Такі майданчики повинні бути ізольовані від проїздів смугою насаджень шириною не менше 3 м. По периметру рекомендується висаджувати чагарники у вигляді живоплоту або груп, а для створення тіньових зон з південного та південно-західного боку – дерева.

У структурі озеленення виділяють дерева, чагарники, газони та квітникові композиції, які поєднуються у єдину ландшафтну систему. Раціональне планування зелених насаджень передбачає також їх взаємодію з пішохідною мережею, майданчиками різного призначення та елементами благоустрою, що в комплексі формує цілісний архітектурно-ландшафтний образ житлового середовища.

3.5 Освітлення

Грамотно організоване освітлення здатне суттєво трансформувати вигляд території у вечірній та нічний час. Для досягнення виразного ефекту доцільно акцентно підсвічувати окремі ділянки, залишаючи інші в тіньовому середовищі, а також підкреслювати водні поверхні та декоративні елементи ландшафту. У проєкті застосовуються як розсіяне, так і спрямоване (прожекторне) освітлення. Передбачено встановлення вуличних світильників на опорах.

Система освітлення виконує дві основні функції: декоративну – підсвічування зелених насаджень, квітників та елементів благоустрою, і функціональну – освітлення доріжок, входів, проїздів та периметра території для забезпечення безпеки. Живлення світильників здійснюється від мережі напругою 220 В, а для підвищення безпеки в окремих зонах (наприклад, біля водойм або квітників) застосовуються низьковольтні системи 12 В.

У проєкті використовуються різні типи світильників: настінні (для підсвічування фасадів), підвісні на стійках. Керування системою освітлення може бути ручним або автоматизованим. При ручному керуванні кожна зона оснащується окремими вимикачами. Автоматичні системи передбачають використання таймерів, які вмикають і вимикають освітлення за розкладом, фотоелементів, що реагують на рівень природного освітлення, а також програмованих систем керування.

3.6 Вертикальне планування прилеглих вулиць

Так як до ділянки проектування примикає вулиця, то знаходимо відмітки вулиці на ділянці 1-2, відповідно до існуючого рельєфу:

$H_1=77,77$ м; $H_2=75,60$ м; $L=96,58$ м.

Проектні відмітки приймаємо нижче на 0,1 м. Повздовжній ухил дороги складе:

$$i_{np} = (H_1 - H_2)/L = (77,67-75,50)/96,55 = 0,02247.$$

Виконуємо градуювання дороги 1-2, при $\Delta h = 0,20$ м:

$$l_1 = (H_1 - 77,60)/i_{np} = (77,67-77,60)/0,02247 = 3,94 \text{ м},$$

$$l_2 = \Delta h / i_{np} = 0,20/0,02247 = 8,75 \text{ м}.$$

Після виконання градуювання головної вулиці переходять до побудови проектних горизонталей.

Головна вулиця запроєктована з двосхилим поперечним профілем, тому проектні горизонталі на її поверхні набувають стрілоподібної форми. Напрямок стрілок відповідає напрямку ухилу. Орієнтація горизонталей у плані відносно осі проїжджої частини визначається співвідношенням поздовжніх і поперечних ухилів.

На плані основні горизонталі зображаються товстими червоними лініями, а проміжні – тонкими червоними лініями. У межах ділянки спочатку будують одну базову горизонталь (відмітка 77,60), після чого решту горизонталей проводять паралельно до неї через точки, отримані під час попереднього градуювання дороги.

Розрахункова схема доріг наведена на рис. 3.10.

Закладення проектної горизонталі на проїжджій частині дороги визначається за формулою:

$$l_3 = i_{non} \cdot (B/2) / i_{np} = 0,020 \cdot 3 / 0,02247 = 6,56 \text{ м},$$

де i_{non} – поперечний ухил вулиці, 0,020;

B – ширина вулиці, 6 м.

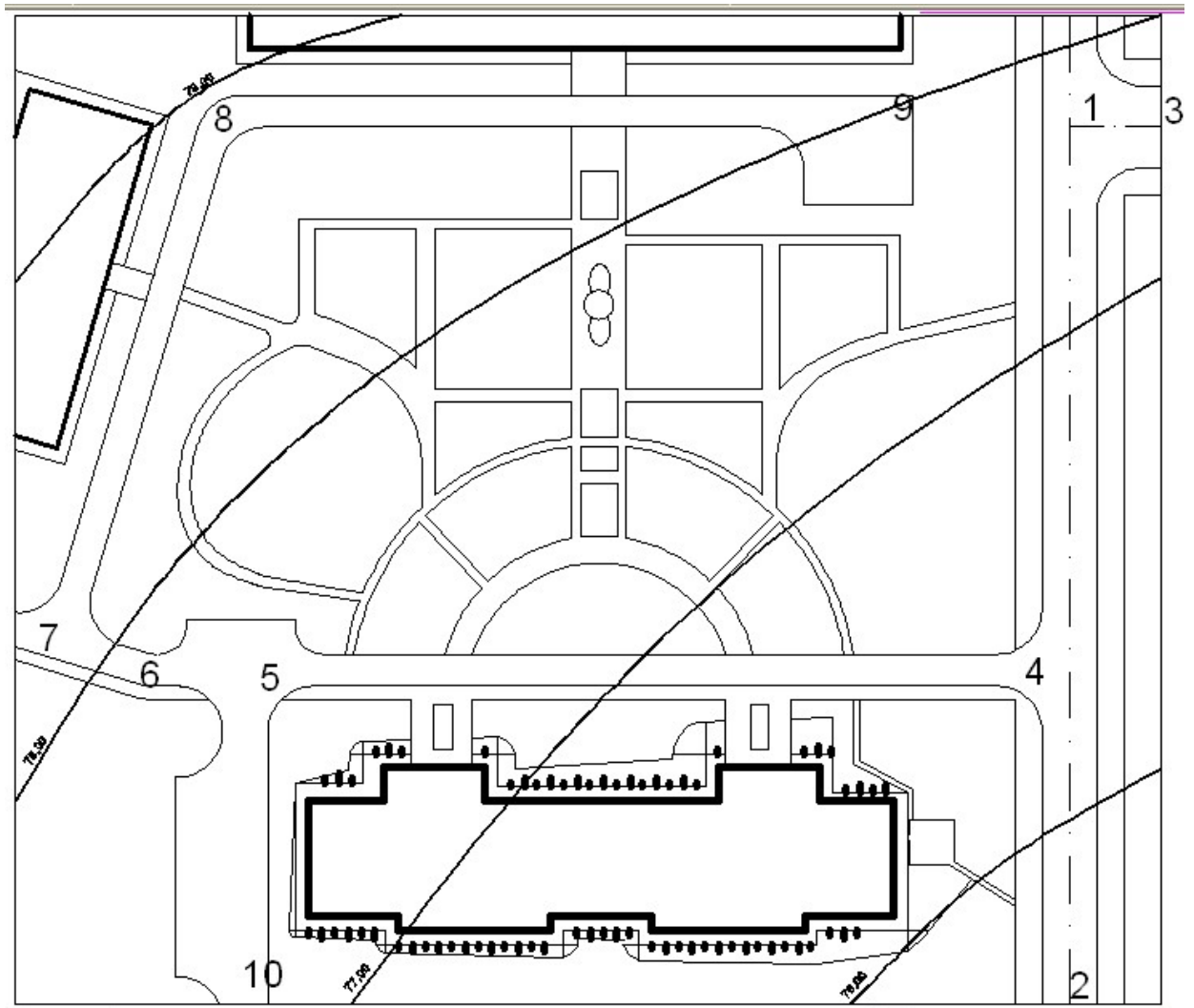


Рисунок 3.10 – Розрахункова схема доріг

Закладення проєктної горизонталі від бортового каменя при його висоті $h_6 = 0,15\text{м}$:

$$l_4 = h_6 / i_{np} = 0,15 / 0,02247 = 6,56 \text{ м.}$$

Побудова проєктних горизонталей на ділянці дороги наведена на рис. 3.11

Далі виконую побудову проєктної горизонталі на газоні і тротуарі:

$$l_5 = b_1 \cdot i_{non1} / i_{np} = 5 \cdot 0,040 / 0,02247 = 7,00 \text{ м;}$$

$$l_6 = b_2 \cdot i_{non2} / i_{np} = 3 \cdot 0,015 / 0,02247 = 2,62 \text{ м;}$$

де b_1 – ширина газону, 5м;

i_{non1} – поперечний ухил газону, 0,040;

b_2 - ширина тротуару, 3м;

i_{non2} – поперечний ухил тротуару, 0,015.

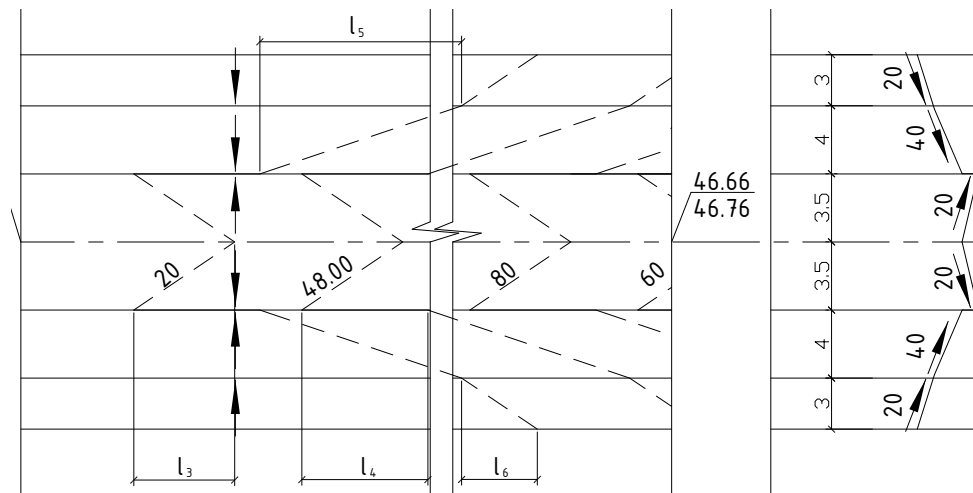


Рисунок 3.11 – Побудова проектних горизонталей на ділянці дороги

В точці 1 до цієї ділянки примикає перпендикулярно розташована вулиця, що має $H_3=77,62$ м; $L=10,00$ м.

Проектне значення відмітки 3 – $H_3=77,52$ м.

$$i_{np} = (H_1 - H_3) / L = (77,67 - 77,52) / 10,0 = 0,015.$$

Ділянка 1-3 примикає до ділянки 1-2 через розмостку, довжину якої визначаємо за формулою:

$$l_p = i_{non} \cdot B / 0,01 = 0,02 \cdot 9 / 0,01 = 18 \text{ м.}$$

$$l_7 = \Delta h / i_{np} = 0,20 / 0,015 = 13,33 \text{ м.}$$

Розрахунок проектної горизонталі починаю з визначення кута нахилу горизонталі до осі проїжджої частини дороги за формулою:

$$l_8 = 4,5 \cdot 0,020 / 0,015 = 6 \text{ м,}$$

Закладення проектної горизонталі від бортового каменя при його висоті $h_6 = 0,15$ м:

$$l_4 = h_6 / i_{np} = 0,15 / 0,015 = 10 \text{ м.}$$

3.7 Вертикальне планування перехресття

Оскільки в даному випадку пересічення вулиць рівного значення, то поверхня головної вулиці до перехресття і після нього вирішується однаково, тобто незалежно від наявності перехресття. Тому спочатку виконують градуювання вісі головної вулиці, відповідно до її ухилу і прийнятої проєктної відмітки на пересіченні вісей вулиць.

Потім наноситься проєктні горизонталі. Для обох частин другорядної вулиці відміткою сполучення є проєктна відмітка точок пересічення її осі з лотком головної вулиці [25].

Вертикальне планування перехресття наведено на рис. 3.12.

Її значення знаходиться інтерполяцією між проєктними горизонталями головної вулиці або аналітичним – від проєктної відмітки осі перехресття з врахуванням відстані і поперечного ухилу.

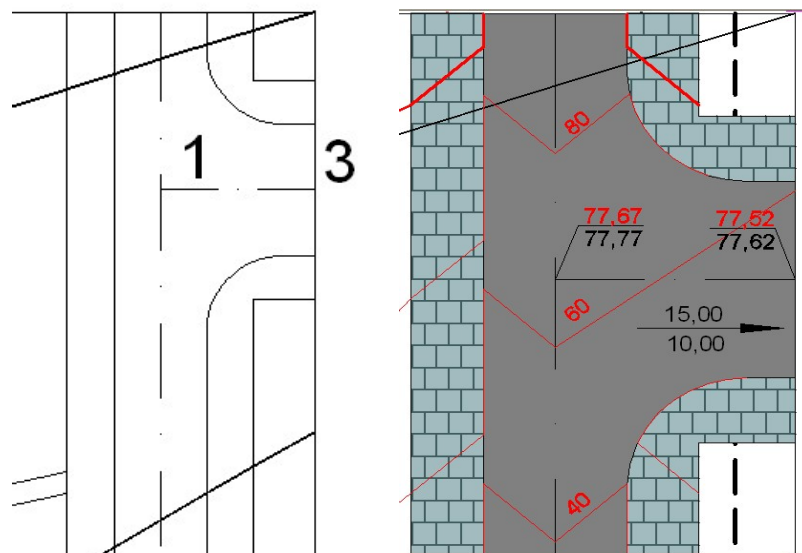


Рисунок 3.12 – Планування перехресття

3.8 Трасування і вертикальне планування проїздів

Підїзд до будівлі здійснюється з прилеглої вулиці. У даному проєкті передбачено влаштування односмугових проїздів шириною 3м. Для цих проїздів тротуари не передбачаються. При зміні напрямку радіус заокруглення по внутрішній бровці прийнятий рівним 5м. Приєднання проїзду до проїжджої частини вулиці виконується під прямим кутом. Висота бордюра для проїздів приймається 0,1 м.

Ділянка 4-5:

$$H_4 = 76,26 \text{ м};$$

$$H_5 = 77,65 \text{ м};$$

$$L = 85,12 \text{ м}.$$

$$i_{np} = (77,65 - 76,25) / 85,12 = 0,01645.$$

Виконуємо градуювання ділянки 4-5:

$$l_1 = (77,65 - 77,60) / 0,01645 = 3,04 \text{ м},$$

$$l_2 = 0,2 / 0,01645 = 12,16 \text{ м},$$

$$l_3 = (76,40 - 76,26) / 0,01645 = 8,51 \text{ м}.$$

Розрахунок для побудови проєктних горизонталей:

$$l_4 = 3 \cdot 0,020 / 0,01645 = 3,65 \text{ м},$$

$$l_5 = h_o / i_{np} = 0,10 / 0,01645 = 6,08 \text{ м}.$$

Ділянка 5-6:

$$H_5 = 77,65 \text{ м};$$

$$H_6 = 77,87 \text{ м};$$

$$L = 13,55 \text{ м}.$$

$$i_{np} = (77,87 - 77,65) / 13,55 = 0,01623.$$

Виконуємо градуювання ділянки 5-6:

$$l_1 = (77,80 - 77,65) / 0,01623 = 9,24 \text{ м},$$

$$l_2 = (76,87 - 76,80) / 0,01623 = 4,31 \text{ м}.$$

Розрахунок для побудови проєктних горизонталей:

$$l_3 = 3 \cdot 0,020 / 0,01623 = 3,7 \text{ м},$$

$$l_4 = 0,10 / 0,01623 = 6,16 \text{ м}.$$

Ділянка 6-7:

$$H_6 = 77,87 \text{ м};$$

$$H_7 = 78,10 \text{ м};$$

$$L = 8,6 \text{ м}.$$

$$i_{np} = (78,10 - 77,87) / 8,6 = 0,02674.$$

Виконуємо градуювання ділянки 6-7:

$$l_1 = (78,0 - 77,87) / 0,02674 = 4,86 \text{ м},$$

$$l_2 = (78,1 - 78,0) / 0,02674 = 3,74 \text{ м}.$$

Розрахунок для побудови проектних горизонталей:

$$l_3 = 3 \cdot 0,020 / 0,02674 = 2,24 \text{ м},$$

$$l_4 = 0,10 / 0,02674 = 3,74 \text{ м}.$$

Ділянка 7-8:

$$H_7 = 78,1 \text{ м};$$

$$H_8 = 78,83 \text{ м};$$

$$L = 61,63 \text{ м}.$$

$$i_{np} = (78,83 - 78,10) / 61,63 = 0,01184.$$

Виконуємо градуювання ділянки 7-8:

$$l_1 = (78,2 - 78,1) / 0,01184 = 8,45 \text{ м},$$

$$l_2 = 0,2 / 0,01184 = 16,9 \text{ м},$$

$$l_3 = (78,83 - 78,8) / 0,01184 = 2,53 \text{ м}.$$

Розрахунок для побудови проектних горизонталей:

$$l_4 = 3 \cdot 0,020 / 0,01184 = 5,07 \text{ м},$$

$$l_5 = h_{\sigma} / i_{np} = 0,10 / 0,01184 = 8,45 \text{ м}.$$

Ділянка 8-9:

$$H_8 = 78,83 \text{ м};$$

$$H_9 = 77,97 \text{ м};$$

$$L = 73,76 \text{ м}.$$

$$i_{np} = (78,83 - 77,97) / 73,76 = 0,01166.$$

Виконуємо градуювання ділянки 8-9:

$$l_1 = (78,0 - 77,97) / 0,01166 = 2,57 \text{ м},$$

$$l_2 = 0,2 / 0,01166 = 17,15 \text{ м},$$

$$l_3 = (78,83 - 78,8) / 0,01166 = 2,57 \text{ м}.$$

Розрахунок для побудови проєктних горизонталей:

$$l_4 = 3 \cdot 0,020 / 0,01166 = 5,15 \text{ м},$$

$$l_5 = h_{\sigma} / i_{np} = 0,10 / 0,01166 = 8,57 \text{ м}.$$

Згідно з нормативними значеннями, значення ухилів на проїздах повинно знаходитися в межах від 5 до 80 ‰. Дана умова виконується на всіх ділянках, тому змінювати відмітки опорних точок не має потреби.

Далі виконуємо розрахунок доріжок на прибудинковій території за схемою на рис. 3.13.

Розрахунок системи доріжок виконуємо аналогічно з розрахунком проїздів.

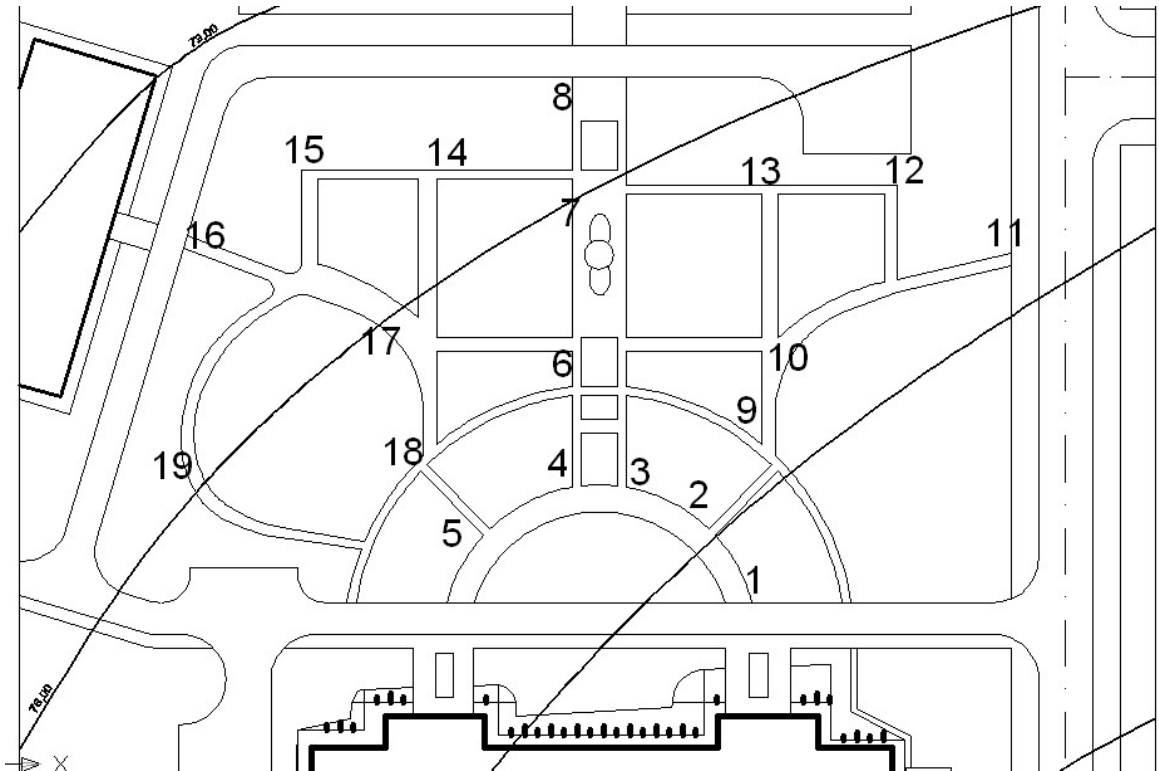


Рисунок 3.13 – Трасування доріжок

Ділянка 1-2. Значення відмітки 1 знаходимо на проїзній частині як проєктну відмітку, яка дорівнює $H_1 = 76,85$ м, з урахуванням бордюру:

$$H_1 = 76,95 \text{ м.}$$

$$H_2 = 77,01 \text{ м;}$$

$$L = 8,54 \text{ м. П}$$

$$\text{Повздовжній ухил: } i_{np} = 0,00703.$$

$$l_1 = 77,0 - 76,95 / 0,00703 = 7,11 \text{ м,}$$

$$l_2 = 3 \cdot 0,015 / 0,00703 = 6,4 \text{ м.}$$

Ділянка 2-3. Значення відміток:

$$H_2 = 77,01 \text{ м,}$$

$$H_3 = 77,28 \text{ м;}$$

$$L = 11,27 \text{ м.}$$

$$\text{Повздовжній ухил: } i_{np} = 0,02396.$$

$$l_1 = 77,2 - 77,01 / 0,02396 = 7,93 \text{ м,}$$

$$l_2 = 3 \cdot 0,015 / 0,02396 = 1,88 \text{ м.}$$

Ділянка 3-4. Значення відміток:

$$H_4 = 77,43 \text{ м,}$$

$$H_3 = 77,28 \text{ м;}$$

$$L = 6,0 \text{ м.}$$

$$\text{Повздовжній ухил: } i_{np} = 0,025.$$

$$l_1 = 77,4 - 77,28 / 0,025 = 4,8 \text{ м,}$$

$$l_2 = 3 \cdot 0,015 / 0,025 = 1,8 \text{ м.}$$

Ділянка 4-5. Значення відміток:

$$H_4 = 77,43 \text{ м,}$$

$$H_5 = 77,48 \text{ м;}$$

$$L = 11,27 \text{ м.}$$

$$\text{Повздовжній ухил: } i_{np} = 0,00444 < 0,005.$$

Умова не виконується, тому встановлюємо ухил 5‰ і перераховуємо значення відмітки 5:

$$H_5 = 77,43 + 11,27 \cdot 0,005 = 77,49 \text{ м.}$$

Але необхідно перевірити одразу наступну ділянку, так як вона прив'язана до проїзду і також повинна мати ухил не менше 5‰.

Значення на бордюрі: $H_5^1 = 77,51$ м.

$$i_{np} = (77,51 - 77,49) / 8,54 = 0,002342 < 0,005.$$

Виконуємо перерахунок та відведемо воду в різні боки.

$$H_5 = 77,51 + 8,54 \cdot 0,005 = 77,55 \text{ м.}$$

$$i_{4-5} = (77,55 - 77,43) / 11,27 = 0,0071,$$

$$l_2 = 3 \cdot 0,015 / 0,025 = 6,34030 \text{ м.}$$

Ділянка 2-9'. Значення відміток:

$$H_2 = 77,01 \text{ м,}$$

$$H_9' = 77,03 \text{ м;}$$

$$L = 11,0 \text{ м.}$$

Повздовжній ухил: $i_{np} = 0,001818 < 0,005$.

$$H_9' = 77,01 + 11,0 \cdot 0,005 = 77,07 \text{ м.}$$

Ділянка 4-6. Значення відміток:

$$H_4 = 77,43 \text{ м,}$$

$$H_6 = 77,64 \text{ м;}$$

$$L = 15,0 \text{ м.}$$

Повздовжній ухил: $i_{np} = 0,014$.

$$l_1 = 77,60 - 77,43 / 0,014 = 12,14 \text{ м,}$$

$$l_2 = 1 \cdot 0,015 / 0,014 = 1,07 \text{ м.}$$

Ділянка 6-7. Значення відміток:

$$H_7 = 77,18 \text{ м,}$$

$$H_6' = 77,66 \text{ м;}$$

$$L = 17,55 \text{ м.}$$

Повздовжній ухил: $i_{np} = 0,0297$.

$$l_1 = 77,80 - 77,66 / 0,0297 = 4,71 \text{ м,}$$

$$l_2 = 0,02 / 0,0297 = 6,73 \text{ м,}$$

$$l_3 = 78,18 - 78,0 / 0,0297 = 6,06 \text{ м,}$$

$$l_4 = 3 \cdot 0,015 / 0,0297 = 1,52 \text{ м.}$$

Ділянка 7-8. Значення відміток:

$$H_7' = 77,20 \text{ м},$$

$$H_8 = 78,49 \text{ м};$$

$$L = 10,2 \text{ м}.$$

Повздовжній ухил: $i_{np} = 0,02843$.

$$l_1 = 0,02/0,02843 = 7,03 \text{ м},$$

$$l_2 = 78,49 - 78,40/0,02843 = 3,16 \text{ м},$$

$$l_3 = 3 \cdot 0,015/0,02843 = 1,58 \text{ м}.$$

Ділянка 9-10. Значення відміток:

$$H_9 = 77,14 \text{ м},$$

$$H_{10} = 77,48 \text{ м};$$

$$L = 11,15 \text{ м}.$$

Повздовжній ухил: $i_{np} = 0,03049$.

$$l_1 = 77,20 - 77,14/0,03049 = 1,97 \text{ м},$$

$$l_2 = 0,02/0,03049 = 6,56 \text{ м},$$

$$l_3 = 77,48 - 77,40/0,03049 = 2,62 \text{ м},$$

$$l_4 = 1,5 \cdot 0,015/0,03049 = 0,74 \text{ м}.$$

Ділянка 6"-10'. Значення відміток:

$$H_6'' = 77,57 \text{ м},$$

$$H_{10}' = 77,50 \text{ м};$$

$$L = 15,0 \text{ м}.$$

Повздовжній ухил: $i_{np} = 0,005$.

Ділянка 7"-13. Значення відміток:

$$H_7'' = 78,06 \text{ м},$$

$$H_{13} = 77,92 \text{ м};$$

$$L = 15,0 \text{ м}.$$

Повздовжній ухил: $i_{np} = 0,00952$.

$$l_1 = 78,0 - 77,92/0,00952 = 8,4 \text{ м},$$

$$l_2 = 1 \cdot 0,015/0,00952 = 1,58 \text{ м}.$$

Ділянка 10'-13. Значення відміток:

$$H_{13} = 77,92 \text{ м},$$

$$H_{10}' = 77,48 \text{ м};$$

$$L = 15,8 \text{ м}.$$

Повздовжній ухил: $i_{np} = 0,02785$.

$$l_1 = 77,60 - 77,48 / 0,02785 = 4,31 \text{ м},$$

$$l_2 = 0,02 / 0,02785 = 7,18 \text{ м},$$

$$l_3 = 77,92 - 77,80 / 0,02785 = 4,31 \text{ м},$$

$$l_4 = 1,85 \cdot 0,015 / 0,02785 = 0,97 \text{ м}.$$

Ділянка 12-13. Значення відміток:

$$H_{13} = 77,92 \text{ м},$$

$$H_{12} = 77,77 \text{ м};$$

$$L = 15,0 \text{ м}.$$

Повздовжній ухил: $i_{np} = 0,01$.

$$l_1 = 77,80 - 77,77 / 0,01 = 3,0 \text{ м},$$

$$l_2 = 1,0 \cdot 0,015 / 0,01 = 1,5 \text{ м}.$$

Всі інші ділянки розраховуємо аналогічно наведеним у даному розрахунку.

3.9 Висотна прив'язка будівлі

У зв'язку з тим, що існуючий рельєф має ухил у бік будівлі, виконано коректування проєктних горизонталей так, щоб відвести воду від будівлі [26].

Вертикальне планування будівлі житлового комплексу наведено на рис.

3.14.

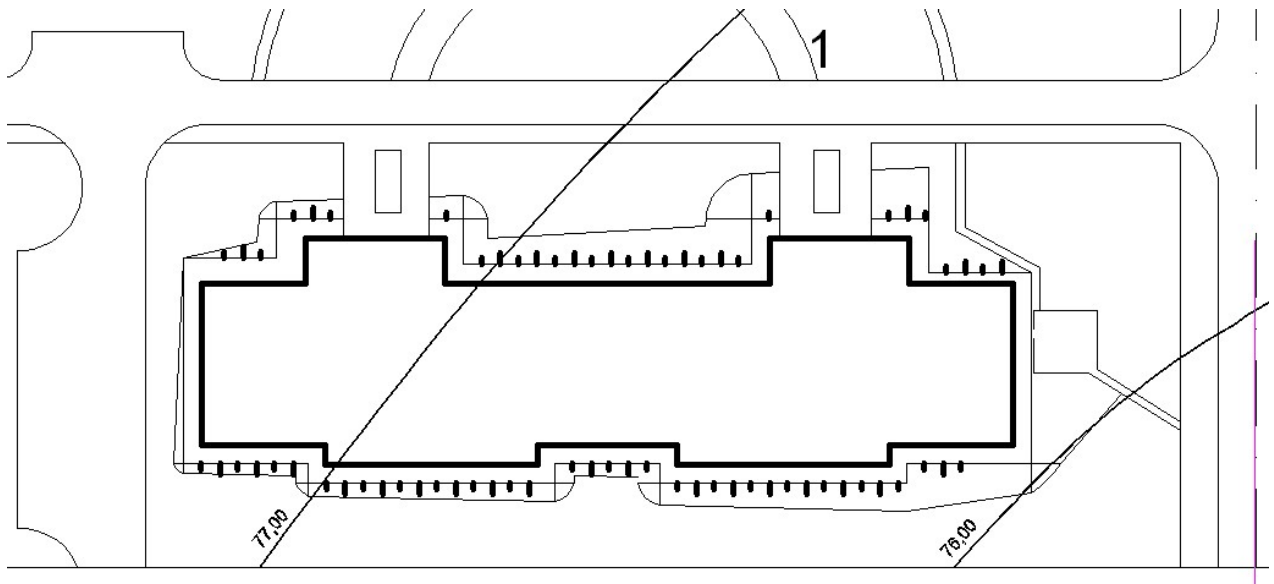


Рисунок 3.14 – Вертикальне планування будівлі

Для цього в проєкті задано ухил в протилежну сторону, тобто дощові стоки відводяться до лотка, влаштованому на кордонах господарського майданчика. Відмітка кута будівлі наведено на рис. 3.15:

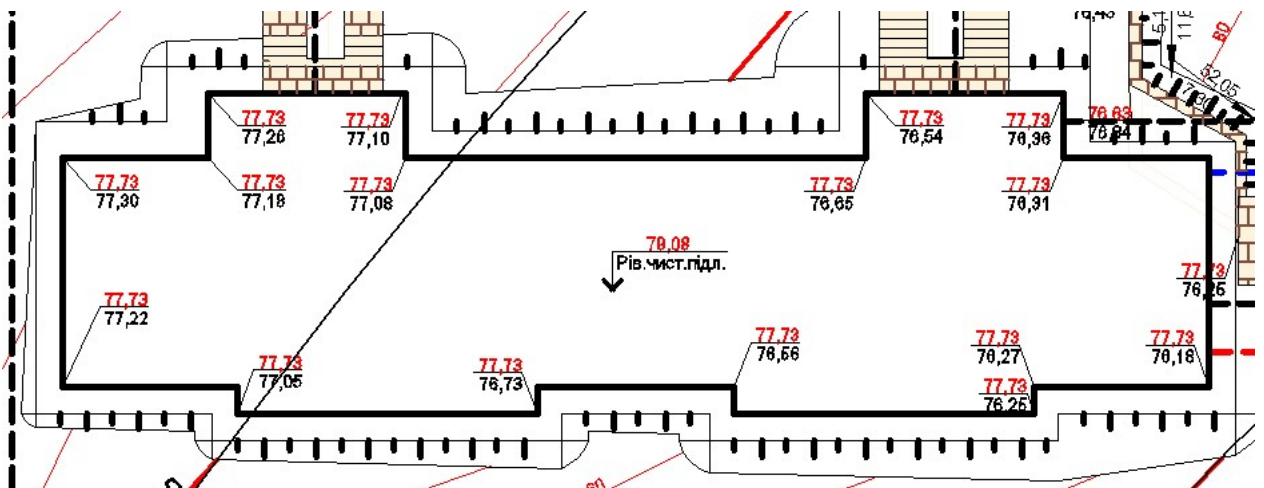


Рисунок 3.15 – Вертикальне планування будинку

Відмітка рівня чистої підлоги: $H_{зд} + 1,35\text{м} = 77,73 + 1,35 = 79,08\text{ м.}$

3.10 Інженерні комунікації

Інженерні комунікації багатоповерхового житлового комплексу є важливою складовою системи життєзабезпечення будівлі та забезпечують належні санітарно-гігієнічні умови, комфортне проживання мешканців і безпечну експлуатацію об'єкта. До складу інженерного обладнання входять мережі водопостачання, водовідведення, тепlopостачання, електропостачання, газопостачання, системи зв'язку, сигналізації, інтернет-комунікацій, вентиляції та дренажу території.

Підземні інженерні мережі поділяються на мережі дрібного та глибокого закладання. Мережі дрібного закладання розташовують у межах зони промерзання ґрунту, оскільки їх експлуатація допускає вплив низьких температур. До них належать електричні кабелі, слабкострумові мережі, кабелі телефонного та інтернет-зв'язку, системи сигналізації, газопроводи та теплові мережі. Мережі глибокого закладання прокладають нижче глибини промерзання ґрунту для запобігання їх пошкодженню та забезпечення безперебійної роботи. До таких мереж належать водопровід, господарсько-побутова каналізація, дощова каналізація та дренажні системи.

Для прокладання інженерних мереж використовують сучасні трубопроводи зі сталі, поліетилену, поліпропілену, залізобетону та інших матеріалів, які забезпечують довговічність, герметичність та надійність експлуатації систем.

Система водопостачання житлового комплексу призначена для забезпечення мешканців холодною та гарячою водою відповідно до нормативних потреб. Вода використовується для господарсько-побутових потреб, приготування їжі, підтримання санітарно-гігієнічних умов, а також для потреб пожежогасіння.

Проектом передбачено підключення будівлі до централізованих міських мереж водопостачання. Внутрішні мережі виконуються із

поліпропіленових або поліетиленових труб, що мають високі експлуатаційні характеристики та стійкість до корозії. Для підтримання необхідного тиску у верхніх поверхах будівлі можуть передбачатися насосні установки та системи автоматичного регулювання тиску.

Глибина закладання водопровідних труб приймається нижче рівня промерзання ґрунту з урахуванням кліматичних умов району будівництва. На мережах передбачаються водопровідні колодязі із збірного залізобетону для обслуговування, ремонту та контролю роботи системи. У місцях можливого впливу ґрунтових вод виконується гідроізоляція конструкцій колодязів.

Система каналізації забезпечує відведення господарсько-побутових та дощових стічних вод від житлового комплексу до міських очисних споруд. Проектом передбачено роздільну систему каналізації, що включає господарсько-побутову та дощову мережі.

Господарсько-побутова каналізація призначена для відведення стічних вод від санітарно-технічних приладів квартир та громадських приміщень. Дощова каналізація забезпечує відведення атмосферних опадів з покрівель, проїздів, тротуарів та прибудинкової території.

Каналізаційні трубопроводи прокладаються з необхідним ухилом для забезпечення самотісного руху стоків. Глибина їх закладання приймається відповідно до нормативних вимог та глибини промерзання ґрунту. Для огляду та очищення мереж на трасах передбачаються каналізаційні колодязі.

Теплопостачання житлового комплексу забезпечує потреби систем опалення, вентиляції та гарячого водопостачання. Джерелом теплопостачання є централізовані міські теплові мережі або індивідуальний тепловий пункт, обладнаний сучасними автоматизованими системами регулювання.

Система опалення проектується з урахуванням вимог енергоефективності та забезпечення комфортного мікроклімату у квартирах і громадських приміщеннях. Для зменшення тепловтрат трубопроводи тепломереж ізолюються сучасними теплоізоляційними матеріалами.

Прокладання теплових мереж здійснюється з нормативними ухилами, що забезпечують ефективну експлуатацію системи.

Електропостачання житлового комплексу забезпечує роботу освітлення, побутового обладнання, ліфтів, насосних станцій, систем пожежної сигналізації, відеоспостереження та інших інженерних систем.

Будівля підключається до міських електричних мереж через трансформаторну підстанцію. Для забезпечення безперебійної роботи важливих систем передбачаються резервні джерела живлення. Внутрішні електромережі виконуються відповідно до вимог електробезпеки та пожежної безпеки.

Для сучасного багатоповерхового житлового комплексу також передбачаються слабкострумові системи: інтернет-мережі, домофонний зв'язок, телебачення, охоронна та пожежна сигналізація, системи контролю доступу та відеоспостереження.

3.11 Висновки за розділом 3

Задля виключення конфліктів між пішохідними та транспортними потоками реалізовано чітке зонування двору. Виділено три ключові підзони:

Прибудинкова зона первинного користування, яка включає палісадники шириною 8–10 м та торцеві ділянки 6–8 м для спокійного відпочинку пенсіонерів, ігор найменших дітей (до 3 років) та господарських потреб.

Центральна зона активного відпочинку – інтегрує спортивні майданчики та ігрові зони для дітей старшого віку й молоді.

Транспортно-господарська зона – відокремлені місця для сміттєзбірників, стоянки авто та розворотні майданчики.

Загальна площа та просторове розміщення майданчиків прийняті відповідно до радіусів доступності та нормативів віддаленості від вікон житлових будівель.

Запроєктовано дитячий комплекс-містечко, майданчики для тихого відпочинку дорослих, спортивну та відокремлений комплекс господарських майданчиків, куди входять зони для сушіння білизни, чищення килимів та контейнери для сміття з твердим асфальтобетонним покриттям.

Система пішохідних зв'язків ієрархічно розділена на основні, другорядні та доріжки періодичного користування.

Ландшафтне проєктування передбачає щільне периметральне обсадження спортивних та дитячих майданчиків деревами з густою кроною для захисту від шуму, пилу та вітру, а прибудинкові смуги запроєктовані без високорослих дерев для збереження нормативної інсоляції вікон перших поверхів. Для вечірнього часу розроблено комбіновану систему освітлення (настінні, підвісні та торшерні світильники на підставках) із робочою напругою 220В та безпечною напругою 12В для зони водойми й квітників, яка має як ручне, так і автоматизоване (таймери, фотоелементи) керування.

Проведено детальне градування та штучне регулювання рельєфу прилеглої дорожньої мережі й перехрестя з урахуванням існуючих відміток. Для забезпечення ефективного поверхневого водовідведення зливових та талих вод запроєктовано двоскатний поздовжній профіль головної вулиці.

Односмугові внутрішньодворові проїзди шириною 3 м запроєктовані під прямим кутом до вулиці з радіусом заокруглення бордюрного каменю 5 м, що забезпечує безперешкодний рух спецтехніки та сміттєвозів.

Зважаючи на несприятливі умови існуючого рельєфу (наявність ухилу в бік житлового будинку), у проєкті виконано коригування проєктних горизонталей. Завдяки створенню штучного ухилу в протилежну від споруди сторону забезпечено надійне відведення дощових і талих вод від фундаментів та стін до спеціального лотка, розташованого на межі господарського майданчика.

ВИСНОВОК ПО РОБОТІ

У кваліфікаційній роботі розроблено комплексне архітектурно-будівельне, конструктивне та ландшафтно-планувальне рішення сучасного 9-поверхового двосекційного житлового будинку на 54 квартири.

Проектований об'єкт із загальним будівельним об'ємом 34065,5 м³ та габаритами 63,24 × 16,20 м успішно інтегровано в міське середовище м. Запоріжжя. Будівля належить до класу наслідків (відповідальності) СС2 та має І ступінь вогнестійкості.

Планувальна структура житлових поверхів забезпечує чітке функціональне зонування квартир на денну та нічну зони з висотою приміщень 2,7 м, що відповідає сучасним стандартам ергономіки та комфорту.

Об'єкт вирішено у безкаркасній конструктивній системі з несучими тришаровими цегляними зовнішніми стінами, товщиною 640 мм та збірними залізобетонними багатопустотними плитами перекриття, які утворюють жорсткий горизонтальний диск.

У проєкті суворо дотримано вимог безбар'єрності для маломобільних груп населення: входи дубльовані пандусами з ухилом 1:12, передбачені нормативні ліфти кабіни 1,6 × 1,8 м та розширені паркомісця 3,6 × 6,0 м. З урахуванням вимог воєнного стану підвальний поверх будівлі пристосовано під споруду подвійного призначення з двома розосередженими входами, аварійним виходом та автономними інженерними системами для безпечного перебування мешканців.

Завдяки комплексному підходу до проєктування інженерних мереж гарантується висока надійність експлуатації об'єкта, створюється підвищений рівень комфорту для мешканців, а також забезпечується суворе дотримання сучасних стандартів енергоефективності, екологічної безпеки та цивільного захисту.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.1.2-14:2018. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. Київ: Мінрегіонбуд, 2018. 36 с.
2. ДСТУ 8855:2019 Визначення класу наслідків (відповідальності). [Чинний від 2019-12-01]. ДП «УкрНДНЦ». України, 2019. 13 с.
3. ДБН В.1.1-7-2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва: [Чинний від 2017-07-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2017. 38 с.
4. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. [Чинний з 2019-04-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018. 70 с.
5. ДБН В.2.2-15:2019 Житлові будинки. Основні положення. [Чинний з 2019-12-11]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2019. 44 с.
6. ДСТУ Б А.2.4-7:2009 Система проектної документації для будівництва. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень [Чинний від 2009-01-24]. Київ: Держстандарт України, 2009. 75 с.
7. ДСТУ Б А.2.4-4:2009 Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги до проектної та робочої документації. [Чинний від 2009-01-24]. Київ: Держстандарт України, 2009. 70 с.
8. ДСТУ Б А.2.4-11:2009 Система проектної документації для будівництва. Правила виконання специфікації обладнання, виробів і матеріалів. [Чинний від 2009-01-24]. Київ: Держстандарт України, 2009. 12 с.
9. ДСТУ 3008-2018 Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання. [Чинний від 2017-07-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «Укр НДНЦ», 2016. 31с.
10. ДБН Б.2.2-5:2011. Планування та забудова міст, селищ і функціональних територій. Благоустрій територій. [Чинний від 01.09.2012 р.] Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2012. 50 с.

11. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. [Чинний від 2019-01-10]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2019. 177 с.
12. ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування: [Чинний від 2007-01-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2006. 71 с.
13. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі.: [Чинний від 01.11.2011]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2011. 123 с.
14. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. [Чинний від 2011-11-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 127 с.
15. ДБН В.2.5-56-2010 Інженерне обладнання будинків і споруд. Системи протипожежного захисту. [Чинний від 2011-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2011. 137 с.
16. ДБН В.1.2-14:2018. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. Київ: Мінрегіонбуд, 2018. 36 с.
17. ДБН В.1.1-7-2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва: [Чинний від 2017-07-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2017. 38 с.
18. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування: ДБН В.2.1-10-2009. [Чинні від 2009-07-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 107
19. ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво у сейсмічних районах України. Зміна № 1. [Чинний від 01.05.2019]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2019. 110 с.
20. ДБН В.2.2-5:2023 «Захисні споруди цивільного захисту» зі Зміною N1 . [Чинний від 2023–11–01]. Вид. офіц. Київ : Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України, 2023. 112 с.
21. ДСТУ-Н Б В.2.2-27:2010 Будинки і споруди. Настанова з розрахунку інсоляції об'єктів цивільного призначення.

https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=26660

22. Залізобетонні конструкції: навчальний електронний посібник. Глухів. 2017. 208 с.

https://tpgnpu.ho.ua/images/my_images/doc_pdf/zalizobeton.pdf

23. Основи містобудування: навч. посібник / за ред. Л. В. Бородич, О. О. Савченко, А. Є. Конюк та ін. Полтава: ПолтНТУ, 2019. 145 с.

24. ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» [Чинний від 2022-09-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2022. 23 с.

25. Бабаєв В. М., Рищенко Т. Д., Завальний О. В., Линник І. Е., Черноносова Т. О., Ткачук О. А., Гайко Ю. І., Мороз Н. В. Проектування міських територій: підручник у двох частинах. Частина II. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 544 с.

26. Проектування міських територій: підручник: у 2 ч. / за ред. І. Е. Линник, О. В. Завального. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. Ч. II. 544с.