МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО- НАУКОВИЙ ІСТИТУТ ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Кафедра промислового та цивільного будівництва

Кваліфікаційна робота

перший (бакалаврський) рівень
(рівень вищої освіти)

на тему: **Нове будівництво навчально- тренувального центру з укриттям у м. Запоріжжя**

Виконав: студент 4 курсу, групи: 6.1922– пцб
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія
(код і назва спеціальності)

освітньої програми промислове і цивільне будівництво
(код і назва освітньої програми)

Сергеєва Ольга Дмитрівна
(прізвище та ініціали)

Керівник доц.каф., к.т.н., доц. Мішук К.М.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент Доктор PHD Арутюнян Є.Е.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя – 2026 рік

2

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Кафедра **Промислового та цивільного будівництва**
Рівень вищої освіти **перший бакалаврський рівень**
(перший (бакалаврський) рівень)
Спеціальність **192 "Будівництво та цивільна інженерія"**
(шифр і назва)
Освітньо-професійна програма **"Промислове і цивільне будівництво"**
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ПЦБ
проф. Арутюнян І.А.
"09" 01 2026 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКЦІЙНУ РОБОТУ

Сергєєва Ольга Дмитрівна
(прізвище, ім'я по батькові)

1. Тема роботи (проєкту) Нове будівництво навчально- тренувального центру з укриттям у м. Запоріжжя

керівник роботи Мішук К.М., к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я по батькові, науковий ступень, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від «23» грудня 2025 року № 1832-с

2. Строк подання студентом роботи 8 червня 2026 р.

3. Вихідні дані до роботи Двоповерхова будівля будується на території міста Запоріжжя; загальні розміри в крайніх вісях «1-4» - 10,20 м, «А-Г» - 14,70 м; висота поверху – 3,30 м; Ґрунти – чорноземи з лесовим підгрунтям; Конструктивна схема будинку – з несущими стінами

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) архітектурно-будівельна частина; конструктивно-розрахунковий розділ; технологічна карта; організація будівництва; сітьовий графік; будівельний генеральний план; локальний кошторис; відомість ресурсів.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов`язкових креслень)
генплан; плани, фасади та розрізи будівлі; схема армування плити перекриття;
технологічна карта; сітьовий графік, будгенплан

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дат	
		завданн я видав	завда прий
Архітектурно-будівельний розділ	Мішук К.М.		
Конструктивно-розрахунковий розділ	Мішук К.М.		
Технологічно-будівельний розділ	Мішук К.М.		
Організаційний розділ	Мішук К.М.		
Економічний розділ	Мішук К.М.		

7. Дата видачі завдання 06 січня 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфкаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Приміт
1.	Архітектурно-будівельний розділ	01.03.2026	
2.	Конструктивно-розрахунковий розділ	10.03.2026	
3.	Технологічно-будівельний розділ	20.04.2026	
4.	Організаційний розділ	05.05.2026	
5.	Економічний розділ	20.05.2026	
6.	Оформлення та підготовка до захисту	08.06.2026	

Студент (підпис) Сергеєва О.Д. (прізвище та ініціали)

Керівник роботи/проєкту (підпис) Мішук К.М. (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено (підпис) Данкевич Н.О. (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Сергеєва Ольга Дмитрівна. Нове будівництво навчально- тренувального центру з укриттям у м. Запоріжжя.

Кваліфікаційна робота для здобуття ступеня вищої освіти бакалавра за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник К.М. Мішук. Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні, кафедра промислового та цивільного будівництва, 2026.

Робота присвячена проєктуванню навчально-тренувального центру з укриттям у м. Запоріжжя. У кваліфікаційній роботі було розроблено наступні розділи: архітектурний, обґрунтовано об’ємно-планувальну структуру будівлі та виконано теплотехнічний розрахунок зовнішніх огороджувальних конструкцій на відповідність вимогам енергоефективності; конструктивно-розрахунковий, проведено розрахунок та конструювання збірної залізобетонної багатопустотної плити перекриття за першою та другою групами граничних станів (на міцність, тріщиностійкість і прогини); технологія та організація, де було розроблено технологічну карту на виконання будівельних процесів, побудовано сітьовий графік для оптимізації термінів зведення та запроєктовано будівельний генеральний план; економічний, в якому складено локальний кошторис вартості будівництва.

Ключові слова: будівля, енергоефективність огороджень, технологічне проєктування, мережеве планування, кошторисна документація.

ABSTRACT

Serheieva Olha Dmytrivna. New construction of a training center with a shelter in Zaporizhia.

Qualification final work for obtaining a bachelor's degree in specialty 192 "Construction and Civil Engineering", educational and professional programme "Industrial and Civil Engineering", scientific supervisor K.M. Mishuk. Zaporizhzhia National University. Y.M. Potebnia Engineering Educational and Scientific Institute, Department of Industrial and Civil Engineering, 2026.

The work is devoted to the design of a training center with a shelter in Zaporizhzhia. The qualification work includes the following sections: architectural: the volumetric and spatial structure of the building is substantiated, and the thermal performance calculation of external building envelopes is performed to meet energy efficiency requirements; structural design: calculation and detailing of a precast reinforced concrete hollow-core floor slab are carried out according to the first and second limit states (for strength, crack resistance, and deflections); technology and Organization: a process chart for construction processes is developed, a network schedule for optimizing construction timelines is constructed, and a construction site layout plan is designed; economic: a local budget for construction costs is compiled.

Keywords: building, energy efficiency of envelopes, technological design, network planning, budget documentation.

ЗМІСТ

1	Архітектурно-будівельний розділ	8
1.1	Вихідні дані	8
1.2	Об’ємно-планувальні рішення будівлі	9
1.3	Конструктивне рішення будівлі	11
1.4	Теплотехнічний розрахунок зовнішніх стін	13
1.5	Теплотехнічний розрахунок покриття	15
1.6	Розрахунок класу наслідків (відповідальності) будівлі	16
2	Конструктивно-розрахунковий розділ	20
2.1	Розрахунок багатопустотної плити перекриття за першою групою граничних станів	20
2.1.1	Розрахунковий прогін та навантаження	20
2.1.2	Зусилля від розрахункових та нормативних навантажень	21
2.1.3	Встановлення розмірів перерізу плити	21
2.1.4	Характеристики міцності бетону та арматури	22
2.1.5	Розрахунок міцності плити за перерізом, нормальним до поздовжньої вісі	23
2.1.6	Розрахунок міцності плити по перерізу, похилому до поздовжньої осі	24
2.2	Розрахунок багатопустотної плити за граничними станами другої групи	25
2.2.1	Геометричні характеристики наведеного перерізу	25
2.2.2	Втрати попередньої напруги арматури	26
2.2.3	Розрахунок за утворенням тріщин, нормальних до поздовжньої осі	27
2.2.4	Розрахунок з розкриття тріщин, нормальних до поздовжньої осі	28
2.2.5	Розрахунок прогину плити	29
2.2.6	Перевірка панелі на монтажні навантаження	30
3	Технологічно-будівельний розділ	32
3.1	Область застосування	32
3.2	Організація і технологія будівельного процесу	32
3.2.1	Підготовчі роботи	32
3.2.2	Провідні будівельні процеси	33
3.3	Техніко-економічні показники технологічної карти	35
3.3.1	Розрахунок об’ємів робіт	35
3.3.2	Визначення необхідних засобів механізації для розробки котловану	38
3.3.3	Розрахунок трудомісткості процесу	38
3.3.4	Визначення кількості транспортних засобів при розробці котловану	39
3.3.5	Визначення кількості електротрамбівок при зворотній засипці	40

3.3.6	Калькуляція трудових витрат	41
3.3.7	Потреба в інструментах, інвентарі та пристроях	42
3.4	Вказівки до виконання робіт	42
3.5	Контроль якості і приймання земляних робіт	45
3.5.1	Загальні положення та завдання контролю	45
3.5.2	Організація повсякденного операційного контролю	45
3.5.3	Методи та засоби інструментального контролю	46
3.5.4	Особливі вимоги при роботі в зоні підземних комунікацій	47
3.5.5	Приймальний контроль та оформлення документації	47
3.6	Охорона праці та техніка безпеки при виконанні земляних робіт	48
3.6.1	Організаційно-профілактичні заходи безпеки	48
3.6.2	Правила безпеки при розробці та складуванні ґрунту	49
3.6.3	Безпека в зоні підземних мереж та транспортних засобів	50
3.6.4	Огородження та сигналізація	50
4	Організаційний розділ	51
4.1	Характеристика об’єкта та методи виконання робіт	51
4.1.1	Об’ємно-планувальні та конструктивні рішення об’єкта	51
4.1.2	Методи виконання основних будівельних робіт	53
4.2	Обґрунтування та вибір монтажного крана	53
4.2.1	Визначення розрахункових параметрів	53
4.2.2	Вибір марки крана	55
4.3	Визначення обсягів робіт	55
4.4	Обґрунтування та розрахунок складу комплексної бригади	58
4.4.1	Розрахунок чисельного складу ланок за видами робіт	58
4.4.2	Підсумковий склад комплексної бригади	60
4.5	Проєктування будівельного генерального плану	61
4.5.1	Розрахунок тимчасових будівельних споруд	61
4.5.3	Проєктування тимчасового електропостачання	66
4.5.4	Проєктування тимчасового водопостачання	67
4.5.5	Визначення техніко-економічних показників будгенплану	69
5	Економіка будівництва	71
5.1	Загальні положення та нормативно-методична база ціноутворення	71
5.2	Локальний кошторис	72
5.4	Техніко-економічні показники	79
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	80

1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Вихідні дані

Майданчик для нового будівництва навчально-тренувального центру з укриттям розташований у місті Запоріжжя. Рельєф відведеної під забудову ділянки спокійний, без чітко виражених перепадів висот. Геологічні умови характеризуються наявністю родючого шару (чорноземи) з лесовим підгрунтям; рівень ґрунтових вод під час вишукувань не виявлений. Нормативна глибина промерзання ґрунтів для даного регіону становить 0,9 м.

За географічним положенням об’єкт будівництва належить до II температурно-кліматичної зони України, де показник кліматичного навантаження становить від 3001 до 3500 градусо-діб. Відповідно до чинних теплотехнічних норм, мінімально допустимий розрахунковий опір теплопередачі становить:

- для зовнішніх цегляних стін: $R_{0тр} = 3,5$ м^2·°С/Вт;
- для суміщеного покриття (плити покриття): $R_{0тр} = 5,5$ м^2·°С/Вт.

За умовну відмітку 0,000, що відповідає рівню чистої підлоги першого поверху, прийнято абсолютну геодезичну відмітку 52,000.

1.2 Об’ємно-планувальні рішення будівлі

Проєктована будівля навчально-тренувального центру є двоповерховою з підвальним поверхом, у якому інтегровано споруду цивільного захисту (укриття). Будівля має в плані складну форму з габаритними розмірами в крайніх розрахункових осях 10,20 × 14,70 м. Взаємне розташування приміщень розроблено з урахуванням функціональних, технологічних, санітарно-гігієнічних вимог, а також норм пожежної безпеки та цивільного захисту.

Висота поверху (від рівня чистої підлоги одного поверху до рівня чистої підлоги наступного) становить 3,30 м. Чиста висота основних робочих,

адміністративних та навчальних приміщень складає 3,00 м, що повністю задовольняє вимоги ергономіки та мікроклімату для громадських будівель. Висота цокольної частини будівлі над рівнем планування становить 0,45 м.

Функціонально-планувальна структура будівлі розділена за поверхами:

1. Підвальний поверх (споруда цивільного захисту - укриття):

– запроєктований з урахуванням вимог ДБН В.2.2-5:2023 «Захисні споруди цивільного захисту».

– включає основні приміщення для безперешкодного перебування слухачів та персоналу центру під час повітряних тривог, роздільні санітарні вузли, приміщення для зберігання запасу питної води та медикаментів, а також технічне приміщення для розміщення фільтровентиляційного обладнання (ФВК).

– доступ до підвалу здійснюється через внутрішні сходи, а також передбачено два автономні евакуаційні виходи, що ведуть безпосередньо назовні, повз вхідну групу надземних поверхів.

2. Перший поверх (адміністративно-вхідна зона):

– об’єднує приміщення загального та адміністративного призначення.

– головний вхід обладнаний тамбуром для запобігання проникненню холодного повітря у зимовий період, який переходить у просторий вестибюль-хол із зоною рецепції та гардеробом.

– на першому поверсі розташовані кабінети адміністрації, універсальний конференц-зал для проведення брифінгів та масових заходів, побутова кімната персоналу (що обладнана газовою плитою для організації харчування) та санвузли (включаючи кабіну для маломобільних груп населення).

3. Другий поверх (навчально-тренувальна зона):

– орієнтований виключно на навчальний процес.

– включає лекційні аудиторії, кабінети для комп’ютерного моделювання та симуляцій будівельних процесів, методичний кабінет,

кімнату відпочинку та санвузли.

Вертикальний зв’язок та евакуація: зв’язок між першим та другим поверхами забезпечується внутрішньою сходовою кліткою. Розрахункова ширина сходових маршів становить 1,00 м, що забезпечує швидку та безпечну евакуацію людей у разі виникнення надзвичайної ситуації.

По всьому периметру зовнішніх стін будівлі запроєктовано асфальтобетонне вимощення завширшки 1,5 м з нахилом 3% у бік від будівлі для надійного відведення поверхневих (дощових та талих) вод від конструкцій цоколю та підвалу.

1.3 Конструктивні рішення будівлі

Будівля навчально-тренувального центру запроєктована за безкаркасною конструктивною схемою із поздовжніми та поперечними несучими стінами. Просторова жорсткість, стійкість та надійність споруди забезпечуються:

- чітким перев’язуванням вертикальних швів цегляної кладки;
- жорстким конструктивним зв’язком у вузлах перетину зовнішніх і внутрішніх стін;
- влаштуванням монолітних залізобетонних поясів (обв’язок);
- створенням жорстких горизонтальних дисків міжповерхового перекриття та покриття зі збірних залізобетонних плит.

Фундаменти. Оскільки рівень ґрунтових вод на майданчику не виявлений, а під всією площею будівлі розташовується підвальний поверх (укриття), фундаменти запроєктовані мілкими закладаннями. Глибина закладання фундаментів прийнята з урахуванням нормативної глибини промерзання ґрунту (0,9 м) та конструктивних особливостей підвалу споруди цивільного захисту.

Стіни та перегородки:

- зовнішні несучі стіни завтовшки 510 мм (у 2 цегли) зводяться з

повнотілої керамічної рядової цегли марки М125 на цементно-піщаному розчині марки М75. Для досягнення сучасних вимог енергоефективності (R_{qmin} = 3,5 м^2·К/Вт) з зовнішнього боку передбачено влаштування системи утеплення з мінераловатних плит завтовшки 140 мм із подальшим нанесенням захисно-декоративного штукатурного шару.

– внутрішні несучі стіни виконуються з такої ж керамічної цегли завтовшки 380 мм (в 1,5 цегли) та 250 мм (в 1 цеглу), що забезпечує необхідну несучу здатність для сприйняття навантажень від перекриття.

– перегородки запроєктовані цегляними завтовшки 120 мм (у пів цегли). У місцях прилягання до стін та перекриття вони кріпляться за допомогою сталевих йоржів та зачепів.

– перемички: над віконними та дверними прорізами в стінах і перегородках передбачено встановлення збірних залізобетонних брускових перемичок (серія 1.038.1-1). Глибина спирання перемичок на цегляну кладку становить не менше 150 мм для несучих стін та не менше 100 мм для перегородок.

Перекриття та покриття. Міжповерхове перекриття (над підвалом та першим поверхом), а також покриття будівлі запроєктовані зі збірних залізобетонних багатопустотних плит завтовшки 220 мм. Спирання плит на несучі стіни виконується по шару цементного розчину, глибина спирання не менше 120 мм. Для утворення єдиного жорсткого горизонтального диска плити анкеруються між собою та із зовнішніми стінами за допомогою Т-подібних сталевих анкерів, що кріпляться за монтажні петлі. Повздовжні та поперечні шви між плитами ретельно заливаються цементно-піщаним розчином марки М100.

Дах та покрівля. Конструкція даху - двоскатна (двохила) кроквяної системи. Кроквяні ноги, стояки та обрешітка виконуються з пиломатеріалів хвойних порід (сосна не нижче 2-го сорту) з вологістю не більше 20%. Усі дерев’яні елементи піддаються обов'язковій глибокій вогне- та біозахисній обробці антипіренами та антисептиками для забезпечення II ступеня

вогнестійкості будівлі. Покрівля виконується з бітумної черепиці, яка вкладається по суцільному настилу з вологостійких плит OSB-3. Водовідвід із даху - зовнішній організований, через систему підвісних ринв та водостічних труб.

Вікна та вітражі. Для забезпечення нормативного природного освітлення та високої енергоефективності встановлюються металопластикові віконні блоки з двокамерними енергозберігаючими склопакетами. Коробки головних вхідних тамбурних груп та вітражів виконуються зі штампованих алюмінієвих профілів. Стики герметизуються монтажною піною, а ззовні влаштовуються зливи з оцинкованої сталі.

Двері. Всі евакуаційні, зовнішні та внутрішні двері кабінетів запроєктовані з відкриванням назовні за напрямком руху до виходу на вулицю (відповідно до протипожежних вимог). Внутрішні двері в робочих кабінетах – дерев’яні глухі або частково засклені. Двері на сходових клітках та в тамбурах обладнуються доводчиками для самозачинення й ущільнювальними порогами.

Підлоги. Конструкція підлоги диференційована залежно від призначення приміщень:

- у навчальних аудиторіях та адміністративних кабінетах - штучний паркет або зносостійкий лінолеум;
- у холах, коридорах, санвузлах та захисній споруді підвалу - керамічна плитка на цементно-піщаній стяжці.

Внутрішнє оздоблення. Усі цегляні поверхні стін та перегородок штукатуряться вапняно-цементним розчином. Фінішне покриття стін у кабінетах - фарбування водно-дисперсійними (водоемульсійними) фарбами світлих тонів або обклеювання шпалерами. У санвузлах стіни облицьовуються глазурованою керамічною плиткою на всю висоту. Стелі затираються й покриваються водно-дисперсійною фарбою.

1.4 Теплотехнічний розрахунок зовнішніх стін

Теплотехнічний розрахунок зовнішніх стін виконується відповідно до сучасних вимог ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель» для II температурно-кліматичної зони України (м. Запоріжжя).

Метою розрахунку є визначення необхідної товщини мінераловатного утеплювача, за якої фактичний опір теплопередачі стіни $R_{пр}$ буде не меншим за мінімально допустиме значення R_{qmin} = 3,5 м^2·К/Вт.

Вихідні дані та теплотехнічні характеристики матеріалів.

Конструкція зовнішньої стіни складається з чотирьох шарів (нумерація зсередини назовні):

1. Внутрішня штукатурка: складний розчин (пісок, вапно, цемент), товщина δ_1 = 0,02м, коефіцієнт теплопровідності $\lambda_{1Б}$ = 0,87 Вт/(м·К).
2. Несучий шар: цегляна кладка з повнотілої керамічної рядової цегли на цементно-піщаному розчині, товщина δ_2 = 0,51 м (у 2 цегли), $\lambda_{2Б}$ = 0,81 Вт/(м·К).
3. Утеплювач: плити з мінеральної вати на синтетичному в’яжучому (щільність 180 кг/м^3), товщина δ_3 = ? (визначається розрахунком), $\lambda_{3Б}$ = 0,048 Вт/(м·К).
4. Зовнішнє оздоблення: захисно-декоративна штукатурка (система «Драйвіт»), товщина δ_4 = 0,03 м, $\lambda_{4Б}$ = 0,87 Вт/(м·К).

Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні: $\alpha_в$ = 8,7 Вт/(м^2·К).

Коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні: $\alpha_з$ = 23,0 Вт/(м^2·К).

Термічний опір умовних прошарків конструкції (без утеплювача) становить:

Опір внутрішньої поверхні:

$$Rв = \frac{1}{\alpha_в} = \frac{1}{8,7} \approx 0,115 м^2 \cdot К / Вт \qquad (1.1)$$

Внутрішня штукатурка:

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,02}{0,87} \approx 0,023 м^2 \cdot К / Вт \quad (1.2)$$

Цегляна кладка:

$$R2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0,51}{0,81} \approx 0,630 м^2 \cdot К / Вт \quad (1.3)$$

Зовнішня штукатурка:

$$R4 = \frac{\delta 4}{\lambda 4} = \frac{0,03}{0,87} \approx 0,034 м^2 \cdot К / Вт \quad (1.4)$$

Опір зовнішньої поверхні:

$$R_з = \frac{1}{\alpha з} = \frac{1}{23} \approx 0,043 м^2 \cdot К / Вт \quad (1.5)$$

Визначення товщини утеплювача. Необхідний термічний опір шару мінеральної вати (R_3) знаходимо з умови, що загальний опір теплопередачі повинен дорівнювати нормативному R_{qmin} = 3,5 м²·К/Вт:

$$R_3 = R_{q,min} - (R_в + R_1 + R_2 + R_4 + R_з) \quad (1.6)$$

R_3 = 3,5 - (0,115 + 0,023 + 0,630 + 0,034 + 0,043) = 3,5 - 0,845 = 2,655 м²·К/Вт

Розрахункова товщина шару утеплювача δ_3 становить:

$$\delta_3 = R_3 \cdot \lambda_{3Б} = 2,655 \cdot 0,048 = 0,127 \text{ м} \quad (1.7)$$

Відповідно до чинної номенклатури виробів будівельних матеріалів, приймаємо конструктивну товщину мінераловатних плит δ_3 = 140 мм (0,14 м).

Перевірка прийнятої конструкції.

Визначаємо фактичний приведений опір теплопередачі стіни із прийнятою товщиною утеплювача 140мм:

$R_{пр}$ = 0,115 + 0,023 + 0,630 +0,14/0,048 + 0,034 + 0,043= 3,76 м²·К/Вт

Перевіряємо виконання обов'язкової нормативної умови:

$R_{пр} \geq R_{q,min} \rightarrow$ 3,76 > 3,5 м²·К/Вт

Запроєктована конструкція зовнішньої стіни повністю задовольняє вимогам енергоефективності ДБН В.2.6-31:2021. Загальна конструктивна товщина зовнішньої стіни з оздобленням та утепленням становить 700 мм.

1.5 Теплотехнічний розрахунок покриття

Розрахунок виконуємо відповідно до чинних вимог ДБН В.2.6-31:2021 для II температурно-кліматичної зони (м. Запоріжжя). Нормативний мінімальний опір теплопередачі для покриття становить R_{qmin} = 5,5 м^2·К/Вт.

Вихідні дані та характеристики матеріалів:

Конструкція покриття складається з таких шарів (зсередини назовні):

1. Несуча основа: залізобетонна багатопустотна плита перекриття, товщина δ_1 = 0,22 м, коефіцієнт теплопровідності $\lambda_{1Б}$ = 2,04 Вт/(м·К).

2. Пароізоляція: рулонний матеріал (у теплотехнічному розрахунку товщина та опір не враховуються).

3. Теплоізоляційний шар: плити з пінополістиролу (або жорсткої мінвати), товщина δ_3 = ? (визначається розрахунком), $\lambda_{3Б}$ = 0,05 Вт/(м·К).

4. Вирівнювальна стяжка: цементно-піщаний розчин, товщина δ_4 = 0,02 м, $\lambda_{4Б}$ = 0,87 Вт/(м·К).

5. Гідроізоляційний килим: 2 шари наплавлюваного бітумно-полімерного матеріалу, товщина δ_5 = 0,005 м, $\lambda_{5Б}$ = 0,27 Вт/(м·К).

Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні (для стелі/покриття): $\alpha_в$ = 8,7 Вт/(м^2·К).

Коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні: $\alpha_з$ = 23,0 Вт/(м^2·К).

Виконання розрахунку.

Визначаємо термічний опір умовних прошарків та відомих шарів конструкції:

Опір внутрішньої поверхні:

$$R_в = \frac{1}{8,7} \approx 0,115 м^2 \cdot К / Вт \qquad (1.8)$$

Залізобетонна плита:

$$R_1 = \frac{0,02}{2,04} \approx 0,108 м^2 \cdot К / Вт$$

Цементно-піщана стяжка:

$$R4 = \frac{0,02}{0,87} \approx 0,023 м^2 \cdot К / Вт$$

Гідроізоляційний килим:

$$R5 = \frac{0,005}{0,27} \approx 0,019 м^2 \cdot К / Вт$$

Опір зовнішньої поверхні:

$$R_з = \frac{1}{23} \approx 0,043 м^2 \cdot К / Вт$$

Визначення товщини утеплювача.

Необхідний термічний опір теплоізоляційного шару (R_3) знаходимо з умови:

$R_3 = 5,5 - (0,115 + 0,108 + 0,023 + 0,019 + 0,043) = 5,5 - 0,308 = 5,192$ м²·К/Вт

Розрахункова товщина шару утеплювача δ_3 становить:

$$\delta_3 = 5,192 \cdot 0,05 = 0,259 \text{ м}$$

Відповідно до сортаменту будівельних матеріалів, приймаємо конструктивну товщину плит утеплювача даху δ_3 = 260 мм (0,26 м).

Перевірка конструкції.

Визначаємо фактичний приведений опір теплопередачі покриття:

$R_{пр} = 0,308 + 0,26/0,05 = 0,308 + 5,20 = 5,508$ м²·К/Вт

Перевіряємо виконання нормативної умови ДБН:

$R_{пр} \geq R_{qmin} \rightarrow 5,508 > 5,500$ м²·К/Вт

Висновок: запроєктована конструкція суміщеного покриття із товщиною утеплювача 260 мм повністю відповідає сучасним вимогам енергоефективності.

1.6 Розрахунок класу наслідків (відповідальності) будівлі

Клас наслідків (відповідальності) - це характеристика рівня небезпеки

для здоров’я і життя людей, матеріальних збитків або соціальних втрат, пов’язаних із припиненням експлуатації або повним чи частковим руйнуванням об’єкта будівництва.

Розрахунок класу наслідків для проєктуємої двоповерхової адміністративної будівлі у м. Запоріжжя виконано відповідно до вимог ДСТУ 8855:2019 за чотирма основними нормативними критеріями.

Визначення показників за нормативними критеріями

1. Критерій N1 - кількість осіб, які постійно перебувають на об’єкті. До осіб, які постійно перебувають на об’єкті, відносяться ті, хто знаходиться там не менше 8 годин на добу та не менше 150 днів на рік (штатний персонал адміністрації).

Згідно зі штатним розкладом та експлікацією приміщень адміністративної будівлі, кількість постійного персоналу становить 25 осіб.

Нормативна умова для класу СС2: $50 < N1 \leq 400$. Оскільки $25 < 50$, за цим критерієм об’єкт формально відповідає класу СС1.

2. Критерій N2 - кількість осіб, які періодично перебувають на об’єкті. До осіб, які періодично перебувають на об’єкті, відносяться відвідувачі, слухачі та технічний персонал, які знаходяться там частину робочого дня.

Максимальна місткість конференц-залу, універсальних кабінетів та холів при повному завантаженні будівлі становить 60 осіб.

Нормативна умова для класу СС2: $100 < N2 \leq 1000$. Оскільки $60 < 100$, за цим критерієм об’єкт відноситься до класу СС1.

3. Критерій N3 - кількість осіб, які перебувають поза об’єктом - визначає кількість людей, для яких виникає загроза у разі аварії або руйнування зовнішніх огороджувальних конструкцій споруди (люди на прилеглій території, пішохідних доріжках).

Для громадських та адміністративних будівель ДСТУ 8855:2019 (пункт 4.10) вимагає рахувати людей ззовні об’єкта за зоною можливого ураження (розкиду уламків) у разі аварії споруди.

Оскільки будівля двоповерхова, зона можливого ураження навколо неї

становить близько 3–5 м від фасадів.

Кількість осіб, які перебувають поза об’єктом (N3), визначається виходячи з габаритів зони можливого ураження при аварії. Враховуючи, що адміністративна будівля є окремо розташованою, а прилегла територія використовується виключно для внутрішніх проходів персоналу, максимальна кількість людей ззовні об’єкта приймається:

N3 = N1 + N2 = 25+60 = 85 осіб

За Таблицею 1 чинного ДСТУ 8855:2019 межа для класу СС2 інтервал: 20 < N3 ≤ 100). Оскільки$85 > 20, цей критерій автоматично дає нам клас СС2.

4. Критерій N4 - обсяг можливого економічного збитку: збитки від можливої відмови чи руйнування адміністративної будівлі включають повну втрату основних фондів (самої споруди, оргтехніки, інженерних мереж), а також витрати на демонтаж завалів та ліквідацію наслідків аварії.

Орієнтовна кошторисна вартість відтворення будівлі разом з обладнанням становить 36 000 000 грн.

Приймаємо встановлений законом розмір мінімальної заробітної плати (м.р.з.п.) станом на 2026 рік - 8 647 грн.

Розрахунок економічного збитку в еквіваленті м.р.з.п.:

X = 36000000 грн / 8647 грн = 4163,29 м.р.з.п.

Нормативна умова ДСТУ 8855:2019 для середнього класу наслідків (СС2): економічний збиток повинен перевищувати 2000 м.р.з.п., але бути меншим за 150 000 м.р.з.п.

2000м.р.з.п. < 4163,29 м.р.з.п. ≤ 150000 м.р.з.п.

Оскільки 4500 м.р.з.п. чітко потрапляє в цей проміжок, за економічним критерієм об’єкт беззаперечно відноситься до класу СС2.

Згідно з положеннями ДСТУ 8855:2019, якщо об’єкт за різними критеріями відповідає кільком класам наслідків, його загальний підсумковий клас встановлюється за найвищим (більш жорстким) із визначених показників.

Таблиця 1.3 – Матриця визначення класу наслідків (відповідальності)

Критерії оцінки за ДСТУ 8855:2019	Фактичний розрах. показник об’єкта	Відповідний нормативний клас наслідків
Постійно перебувають на об’єкті (N1)	25 осіб	СС1
Періодично перебувають на об’єкті (N2)	60 осіб	СС1
Перебувають поза об’єктом (N3)	85 осіб	СС2
Обсяг можливого економічного збитку (N4)	4163,29 м.р.з.п.	СС2
ПІДСУМКОВИЙ КЛАС НАСЛІДКІВ:		СС2 (середній)

На основі проведеного інженерно-економічного розрахунку, проєктуєма двоповерхова адміністративна будівля в м. Запоріжжя за сукупністю критеріїв відноситься до класу наслідків (відповідальності) СС2.

2 КОНСТРУКТИВНО-РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розрахунок багатопустотної плити перекриття за першою групою граничних станів

2.1.1 Розрахунковий прогін та навантаження

Розрахунковий прогін плити становить l_0 = 6,96 м (6960 мм).

Таблиця 2.1 - Нормативні та розрахункові навантаження на 1 м^2 перекриття.

Навантаження	Нормативне навантаження, Н/м^2	Коеф. надійності по навантаж.	Розрах Навантаж, Н/м^2
Постійні:			
Власна вага багато-пустотної плити з круглими пустотами и	3000	1,1	3300
Стяжка з цементно-піщаного розчину М150 (t=35 мм) ρ=1800 кг/м^3;	270	1,3	351
Прошарок і заповнення швів із цементно-піщаного розчину М 150 (t=15 мм) ρ=1800 кг/м^3;	630	1,3	819
Власна вага керамічних плиток (t=35 мм) ρ=1800 кг/м^3;	162	1,1	178,2
Всього:	4062	-	4648,2
Тимчасова	1500	1,2	1800
В тому числі:			
тривала	300	1,2	360
короткочасна	1200	1,2	1440
Повне навантаження	5562	-	6448.2
В тому числі:			
Постійна та тривала	4362	-	-
короткочасна	1200	-	-

Розрахункове навантаження на 1м при ширині плити 1,5 м з урахуванням коефіцієнта надійності за призначенням будівлі γ_n=0,95:

Постійна g = 4,648*1,5*0,95 = 6,62 кН/м;

Повна g+v = 6.448*1,5*0,95 = 9.18 кН/м;

v = 1.8*1.5*0.95 = 2.565 кН/м;

Нормативне навантаження на 1 м:

Постійна g = 4,062*1,5*0,95 = 5,79 кН/м;

Повна g+v=5,562*1,5*0,95=7,93 кН/м;

В тому числі постійна та довготривала 4,362*1,5*0,95=6,22кН/м.

2.1.2 Зусилля від розрахункових та нормативних навантажень

Від розрахункового навантаження:

$$M=(g+v)l_0^2/8=9.18*6.96^2/8=55.5 \text{ кН*м;} \quad (2.1)$$

$$Q=(g+v)l_0/2=9.18*6.96/2=31.95 \text{ кН*м;} \quad (2.2)$$

Від нормативного навантаження:

$$M=(g+v)l_0^2/8=7,93*6.96^2/8=48 \text{ кН*м;} \quad (2.3)$$

$$Q=(g+v)l_0/2=7,93*6.96/2=27.6 \text{ кН*м;} \quad (2.4)$$

Від нормативного постійного та тривалого навантажень:

$$M=(g+v)l_0^2/8=6.22*6.96^2/8=37.66 \text{ кН*м;} \quad (2.5)$$

2.1.3 Встановлення розмірів перерізу плити

Висота перерізу багатопустотної (7 круглих пустот діаметром 15,9 см) попередньо напруженої плити h≈ 220 мм. Робоча висота перерізу:

$$h_0=h-a=220-30=190 \text{ мм.} \quad (2.6)$$

Розміри: товщина верхньої та нижньої полок (22-15,9)/2=3,05 см.

Ширина ребер: середніх – 33см,

крайніх – 79.5см.

У розрахунках за граничними станами першої групи розрахункова товщина стиснутої полиці таврового перерізу h'_f=3.05 см; відношення

$$h'_f / h = 3{,}05/22 = 0{,}138 > 0{,}1 \quad (2.7)$$

при цьому в розрахунок уводиться вся ширина полиці b'f=146 см;

Розрахункова ширина ребра b = 146-7 · 15,9 = 35 см.

2.1.4 Характеристики міцності бетону та арматури

Багатопустотну попередньо напружену плиту армують стержневою арматурою класу А800С з електротермічним натягом на упори форм. До тріщиностійкості плити висуваються вимоги 3-ї категорії. Виріб піддають тепловій обробці при атмосферному тиску.

Бетон важкий класу С16/20, який відповідає напружуваній арматурі. Нормативна призмова міцність: $R_{bn}=R_{b,ser}$=15 МПа.

Розрахунковий опір стиску R_b=11,5 МПа.

Нормативний опір при розтягуванні $R_{btn}=R_{bt,ser}$=1.4 МПа.

Розрахунковий опір при розтягуванні R_{bt}=15 МПа.

Початковий модуль пружності бетону E_b=24000МПа.

Передатна міцність бетону R_{bp} встановлюється так, щоб при обтисканні відношення напруг $\sigma_{bp} / R_{bp} \leq 0.75$

Арматура класу А800С:

Нормативний опір R_{sn}=590 МПа.

Розрахунковий опір R_s=510 МПа.

Модуль пружності E_s=190000 МПа.

Попередня напруга арматури дорівнює:

$$\sigma_{sp} = 0.75 \cdot Rsn = 0.75 \cdot 590 = 442.5 \text{ Мпа} \quad (2.8)$$

При електротермічному способі натягу:

$$p=30+360/l=30+360/7{,}2=80 \text{ Мпа} \quad (2.9)$$

σ_{sp}+ p=442,5+80=522,5 < R_{sn}=590 Мпа – умова σ_{sp}+ p ≤ R_{sn} виконується.

Обчислюємо граничне відхилення попередньої напруги при числі стрижнів, що напружуються. n_p=5.

$$\gamma_{sp}=0.5\frac{P}{\sigma_{sp}}\left(1+\frac{1}{\sqrt{n_p}}\right)=0.5\frac{80}{442.5}\left(1+\frac{1}{\sqrt{5}}\right)=0.13 \quad (2.10)$$

Коефіцієнт точності натягу:

$$\gamma_{sp}=1-\ \gamma_{sp}=1-0,13=0,87 \quad (2.11)$$

При перевірці з утворення тріщин у верхній зоні плити при обтисканні приймають:

$$\gamma_{sp}=1+\ \gamma_{sp}=1+0,13=1,13 \quad (2.12)$$

Попередня напруга з урахуванням точності натягу:

$$\sigma_{sp}= 0,87 \cdot 442,5 = 385 \text{ МПа}.$$

2.1.5 Розрахунок міцності плити за перерізом, нормальним до поздовжньої вісі

Міцність плити за перерізом, нормальним до поздовжньої осі:

M=55.5 кН*м.

Перетин тавровий з полицею в стислій зоні. Обчислюємо

$$\alpha_m=\frac{M}{R_b b_f' h_{o2}}=\frac{5550000}{0.9*11.5*146*19^2*100}=0.1 \quad (2.13)$$

Знаходимо ξ=0,1; ζ=0,95;

$X = h_o*\xi = 19*0.1=1.9$ см < 3,05 см – нейтральна вісь проходить у межах стиснутої полиці;

Характеристика стиснутої зони:

$$\omega = 0,85 - 0,008\ R_b = 0.85 - 0.008*0.9*11.5 = 0.7672 \quad (2.14)$$

Гранична висота стиснутої зони:

$$\xi_R=\frac{\omega}{1+\frac{\sigma_{SR}}{500}\left(1-\frac{\omega}{1.1}\right)}=\frac{0.7672}{1+\frac{525}{500}\left(1-\frac{0.7672}{1.1}\right)}=0.58; \quad (2.15)$$

де $\sigma_{SR}=R_S+400-\sigma_{sp}$- σ_{sp} =510+400-385=525 МПа. (2.16)

$\sigma_{sp}=0$; т.я. $\gamma_{b2}=0,9<1$.

Коефіцієнт умов роботи, що враховує опір напруженої арматури вище умовної межі плинності:

$$\gamma_{s6}=\eta-(\eta-1)\left(\frac{2\xi}{\xi_R}-1\right)=1.2-(1.2-1)\left(\frac{2*0.1}{0.58}-1\right)=1.33>\eta=1,2 \quad (2.17)$$

де η=1,2 – для арматури класу А800С; приймаємо γ_{S6}=1.2.

Обчислюємо площу перерізу розтягнутої арматури:

$$A_S=\frac{M}{\gamma_{S6}R_S\zeta h_o}=\frac{5550000}{1.2*510*0.95*19*100}=5.024см^2 \quad (2.18)$$

Приймаємо 5∅ 12 А800С с площею A_S=5.65 см^2.

2.1.6 Розрахунок міцності плити по перерізу, похилому до поздовжньої осі

Вплив зусилля обтиснення Р=193,5 кН; Q=32 кН.

$\varphi_n=0.1N/R_{bt}bh_0=0.1*193500/0.9*35*19*100=0.323<0.5$ (2.19)

Перевіряємо, чи потрібна поперечна арматура з розрахунку.

Умова $Q_{max}=32*10^3\le 2.5$

$R_{bt}bh_0=2.5*0.9*0.9*35*19*100=134*10^3$Н- задовольняється.

При g=g+v/2=6.62+2.052/2=7.646кН/м=76,46Н/см і оскільки

0,16 φ_{b4} (1-φ_n),

$R_{bt}b=0.16*1.5(1-0.323)*0.9*0.9*35*100=460.6$Н/см>g=76,46Н/см (2.20)

Приймаємо $c=2,5*h_0=2.5*19=47.5$ см.

Друга умова $Q=Q_{max}-q_1c=30.2*10^3-76.46*47.5=28.34*10^3$Н; (2.21)

$\varphi_{b4}(1+\varphi_n)R_{bt}b\,h_0^2/c=1,5*(1+0,323)*0,9*0,9*35*19^2*100/47,5=$

$=42,75*10^3>Q=28.34*10^3$Н – задовольняється також. Отже поперечної арматури з розрахунку не потрібно.

На приопорних ділянках довжиною l/4=1800 мм арматуру встановлюють конструктивно, ∅4 В500С з кроком s=h/2=22/2=11 см. Приймаємо s=10 см.

У середній частині прольоту поперечна арматура не застосовується.

2.2 Розрахунок багатопустотної плити за граничними станами другої групи

2.2.1 Геометричні характеристики наведеного перерізу

Кругле обрис порожнеч замінюємо еквівалентним квадратним зі стороною h=0.9*d=0,9*15,9=14,3 см. Товщина полиць еквівалентного перерізу:

$$h'_f=h_f=(22-14.3)/2=3.85 \text{ см} \quad (2.22)$$

Ширина ребра146-7*14,3=46 см. Ширина пустот 146-46=100см.

Площа наведеного перерізу $A_{red}=146*22-100*14,3=1782$ см^2 (величиною $\alpha*A_s$ нехтуємо через малу величину);

Відстань від нижньої грані до центру тяжкості наведеного перерізу:

$$y_O = 0.5 * h = 0.5 * 22 = 11 \text{ см} \quad (2.23)$$

Момент інерції перерізу (симетричного):

$$J_{red}=\frac{146*22^3}{12}-\frac{100*14.3^3}{12}=105182.3см^4; \quad (2.24)$$

Момент опору перерізу:

по нижній зоні $W_{red}=J_{red}/y_0=105182.3/11=9562$ см^3; (2.25)

по верхній зоні $W'_{red}=9562$ см^3;

Відстань від ядрової, найбільш віддаленої від розтягнутої зони (верхньої) до центру тяжкості перерізу:

$$r=\varphi_n(W_{red}/A_{red})=0.85(9562/1782)=4.56 \text{ см} \quad (2.26)$$

$$\text{де } \varphi_n=1,6-\sigma_{bp}/R_{b.ser}=1.6-0.75=0.85 \quad (2.27)$$

Те ж, найменш віддаленої від розтягнутої зони (нижньої) $r_{inf}=4.56$ см.

Відношення напруги в бетоні від нормативних навантажень та зусилля обтискання до розрахункового опору бетону для граничних станів другої групи попередньо приймають 0,75.

Пружнопластичний момент опору по розтягнутій зоні:

$$W_{pl}=\gamma W_{red}=1.5*9562=14343 \text{ см}^3 \quad (2.28)$$

де $\gamma=1,5$ – для двотаврового перерізу при $2<b'_f/b=b_f/b=146/46=3.2<6$.

Пружнопластичний момент опору по розтягнутій зоні в стадії виготовлення та обтискання $W'_{pl}=14343\text{см}^3$.

2.2.2 Втрати попередньої напруги арматури

Коефіцієнт точності натягу арматури приймаємо $\gamma_{sp}=1$.

Втрати від релаксації напруги в арматурі при електротермічному способі натягу:

$$\sigma_1= 0,03*\sigma_{sp}=0.03*442.5=13.3 \text{ МПа} \quad (2.29)$$

Втрати від температурного перепаду між натягнутою арматурою та упорами $\sigma_2=0$, оскільки при пропарюванні форма з упорами нагрівається разом із виробом.

Зусилля обтиснення $P_1=A_s(\sigma_{sp}-\sigma_1)=5.65(442.5-13.3)*100=242.5\text{кН}$ (2.30)

Ексцентриситет цього зусилля щодо центру тяжкості перерізу:

$$e_{op}=y_0-a=11-3=8 \text{ см} \quad (2.31)$$

Напруга в бетоні при обтисканні:

$$\sigma_{bp}=\frac{P_1}{A_{red}}+\frac{P_1*e_{op}*y_0}{J_{red}}=\frac{242500}{1782}+\frac{242500*8*11}{105182.3}=339/100=3.39 МПа \quad (2.32)$$

Встановлюємо значення передавальної міцності бетону із умови:

$$\sigma_{bp}/R_{bp}\le 0.75;\ R_{bp}=3,39/0,75=4,52<0,5*B20; \quad (2.33)$$

Приймаємо $R_{bp}=12,5$ МПа.

Тоді співвідношення $\sigma_{bp}/R_{bp}=3,39/12,5=0,27<0,75$ (2.34)

Обчислюємо стискаючі напруги в бетоні на рівні центру тяжкості площі арматури, що напружується, від зусилля обтиснення (без урахування моменту від ваги плити).

$$\sigma_{bp}=\frac{P_1}{A_{red}}+\frac{P_1*e_{op}^2}{J_{red}}=\frac{242500}{1782}+\frac{242500*8^2}{105182.3}=283.6/100=2.84МПа \quad (2.35)$$

Втрати від швидкоплинної повзучості:

при $\sigma_{bp}/ R_{bp}=2,84/12,5=0,2272<\alpha=0,5625$ (2.36)

$\alpha=0,25+0,025* R_{bp}=0,25+0,025*12,5=0,5625\leq 0,8$ (2.37)

$\sigma_{b6}=40*0,2272=9,088.$

Перші втрати $\sigma_{los1}=\sigma_1+\sigma_6=13.3+9.088=22.388$ МПа (2.38)

З урахуванням σ_{los1} напруга:

$$\sigma_{bp}=\frac{P_1}{A_{red}}+\frac{P_1*e_{op}^2}{J_{red}}=\frac{237400}{1782}+\frac{237400*8^2}{105182.3}=277.7/100=2.777МПа \quad (2.39)$$

де $P_1=A_s(\sigma_{sp}-\sigma_1)=5.65(442.5-22,388)*100=237,4$кН (2.40)

$\sigma_{bp}/ R_{bp}=2,77/12,5=0,2216<0,75$ (2.41)

Втрати від усадки бетону $\sigma_8=35$ МПа.

Втрати від повзучості бетону:

$\sigma_9=150*\alpha*\sigma_{bp}=150*0,85*0,2216=28,254$ МПа (2.42)

Другі втрати: $\sigma_{los2}=\sigma_8+\sigma_9=35+28,254=63,254$ МПа. (2.43)

Повні втрати $\sigma_{los}=\sigma_{los1}+\sigma_{los2}=22,388+63,254=85,642<100$ МПа. (2.44)

Приймаємо $\sigma_{los}=100$ МПа.

Зусилля обтиснення з урахуванням повних втрат:

$P_2=A_s(\sigma_{sp}-\sigma_{los})=5.65(442.5-100)*100=193.5$кН (2.45)

2.2.3 Розрахунок за утворенням тріщин, нормальних до поздовжньої осі

Цей розрахунок виконують для з'ясування необхідності перевірки розкриття тріщин. При цьому для елементів, до тріщиностійкості яких

пред'являються вимоги третьої категорії, приймають значення коефіцієнтів надійності навантаження γ_f=1. М=48 кН*м.

За умови умови М ≤ Mcrc тріщини в розтягнутій зоні не утворюються. Обчислюємо момент утворення тріщин за наближеним способом ядрових моментів.

$M_{crc}= R_{bt,ser}*W_{pl}+M_{rp}=1,4*14343*100+2187324=41,95кН*м$ (2.46)

Тут ядровий момент зусилля обтиснення (γ_{sp}=0.9):

$M_{rp}=P_2(e_{op}+r)=0.9*193500(8+4.56)=2187324$ Н*см (2.47)

Оскільки М=48> M_{crc}=41,95кН*м тріщини у розтягнутій зоні утворюються. Отже, необхідний розрахунок з розкриття тріщин.

Перевіряємо, чи утворюються початкові тріщини у верхній зоні плити при її обтисканні при значенні коефіцієнта точності натягу γ_{sp}=1,13 (момент від ваги плити не враховується).

Розрахункова умова: $P_1(e_{op}-r_{inf})\leq R_{btp}*W'_{pl}$ (2.48)

1.13*242500(8-4.56)=942646 Н*см. ≤ $R_{btp}*W'_{pl}$=1*14343*100=1434300 Н*см- умова задовольняється, початкові тріщини не утворюються; тут R_{btp}=1 – опір бетону розтягуванню, що відповідає передавальній міцності бетону 12,5.

2.2.4 Розрахунок з розкриття тріщин, нормальних до поздовжньої осі

Гранична ширина розкриття тріщин: нетривала a_{crc1}=0,4 мм, довготривала a_{crc2}=0.3 мм.

Згинальні моменти від нормативних навантажень:

- постійною та тривалою – М=37.66 кН*м;
- повною М=48 кН*м.

Приріст напруг у розтягнутій арматурі від дії постійного та тривалого навантажень:

$$\sigma_s= \frac{M-P_2(z_1-e_{sp})}{W_s}=\frac{3766000-193500*17.1}{96.62*100}=47.3\,\text{МПа};\qquad (2.49)$$

де $z_1\approx h_0-0.5h'_f$=19-0.5*3.8=17.1 см – плече внутрішньої пари сил; (2.50)

e_{sp}=0 – зусилля обтиснення P, прикладеної в центрі ваги площі нижньої напруженої арматури;

Момент опору перерізу розтягнутої арматури:

$$W_s=A_s*z_1=5.65*17.1=96.62см^3 \quad (2.51)$$

Збільшення напруги в арматурі від дії повного навантаження:

$$\sigma_s=\frac{M-P_2(z_1-e_{sp})}{W_s}=\frac{4800000-193500*17.1}{96.62*100}=154.3\ МПа; \quad (2.52)$$

Ширина розкриття тріщин від нетривалої дії повного навантаження

$$a_{crc1}=20(3.5-100\mu)\delta\eta\varphi_l(\sigma_s/E_s)\sqrt[3]{d}= \quad (2.53)$$

$$=20(3,5-100*0,0065)*1*1*1*(154.3/190000)\sqrt[3]{12}=0,19\ см;$$

де $\mu=A_S/bh_0$=5.65/46*19=0.0065; δ_1=1; η=1; φ_l=1; d=12 мм – діаметр поздовжньої арматури.

Ширина розкриття тріщин від нетривалої дії постійного та тривалого навантажень:

$$a'_{crc1}=20(3,5-100*0,0065)*1*1*1*(47.3/190000)\sqrt[3]{12}=0,06\ см;$$

Ширина розкриття тріщин від постійного та тривалого навантажень:

$$a_{crc2}=20(3,5-100*0,0065)*1*1*1.5*(95,34/190000)\sqrt[3]{12}=0,09\ см;$$

$$\varphi_l=1,6-15*\mu=1,6-15*0,0065\approx1,5$$

Нетривала ширина розкриття тріщин:

$$A_{crc}=a_{crc1}-a'_{crc1}+a_{crc2}=0.19-0.06+0.09=0.22\ мм<[0.4мм] \quad (2.54)$$

Тривала ширина розкриття тріщин:

$$a_{crc}=a_{crc2}=0,09<[0.3мм]$$

2.2.5 Розрахунок прогину плити

Прогин визначають від постійного та тривалого навантажень , граничний прогин f=l/200=36мм. Обчислюємо параметри, необхідні визначення прогину плити з урахуванням тріщин у розтягнутій зоні. Замінний момент дорівнює згинальний момент від постійного і тривалого навантажень

M=37,66 кН*м;

Сумарна поздовжня сила дорівнює зусиллю попереднього обтиснення з урахуванням усіх втрат і при γ_{sp}=1; N_{tot}=P2=193.5 кН;

Ексцентриситет e_{tot}=M/ N_{tot}=3766000/193500=19,46 см; (2.55)

φ_l=0,8 – при тривалій дії навантажень;

φ_m= $R_{bt,ser}$*W_{pl}/(M- M_{rp})=1.4*14343*100/(3766000-2187324)=1,27>1. (2.56)

Приймаємо φ_m=1.

Коефіцієнт, що характеризує нерівномірність деформації розтягнутої арматури на ділянці між тріщинами:

$$\psi_s=1.25-\varphi_{es}*\varphi_m-\frac{1-\varphi_m^2}{(3.5-1.8\varphi_m)*e_{s.tot}/h_0}=1.25-0.8*1-\frac{1-1^2}{(3.5-1.8*1)*19.46/19}=$$

=0.45<1 (2.57)

Обчислюємо кривизну осі при згинанні:

$$\frac{1}{r}=\frac{3766000}{19*17.1*100}\left(\frac{0.5}{190000*5.65}+\frac{0.9}{0.15*24000*554.8}\right)-\frac{193500*0.5}{19*190000*5.65*100}=5.23*10^{-5}$$

де ψ_b=0.9; ν=0,15 – при тривалій дії навантажень;

A_b=146*3.85=554.8 см^2 – при A'_s=0 та припущенні $\xi=h'_f/h_{0.}$

Обчислюємо прогин $f=\frac{5l_0^2}{48}*\frac{1}{r}\le[f]$ (2.58)

$$f=\frac{5*696^2}{48}*5.23*10^{-5}=2.64\le[3.6см]$$

2.2.6 Перевірка панелі на монтажні навантаження

Панель має чотири монтажні петлі зі сталі класу А240С, розташовані на відстані 70 см від кінців панелі. З урахуванням коефіцієнта динамічності k_d=1.4 розрахункове навантаження від власної ваги панелі:

q= $k_d\gamma_f$gb=1.4*1.1*2750*1,49=6310,15 Н/м; (2.59)

де q=h_{red}*ρ=0.11*25000=2750 Н/м2 – власна вага панелі; (2.60)

b=1,49 м – конструктивна ширина панелі;

h_{red}=0,11 – наведена товщина панелі;

ρ - щільність бетону.

Негативний згинальний момент консольної частини панелі:

$$M=ql_1^2/2=6310.15*0.7^2/2=1546\ Н*м; \quad (2.61)$$

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

$$A_s=\frac{M}{z_1R_s}=\frac{154600}{0.9*17.1*365*100}=0.275см^2 \quad (2.62)$$

Що значно менше прийнятої конструктивно арматури

При підйомі панелі її вага може бути передана на 2 петлі. Тоді зусилля однією петлю становить N=ql/2=6310.15*7.18/2=22653Н. (2.63)

Площа перерізу арматури петлі $A_s=N/R_s=22653/225*100=1\ см^2$; (2.64)

Приймаємо конструктивно стрижні ∅ 12 мм А240С, $A_s=1{,}313\ см^2$.

3 ТЕХНОЛОГІЧНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

Технологічна карта на виконання земляних робіт

3.1 Область застосування

Технологічна карта розроблена на виконання комплексу земляних робіт, що включає механізовану розробку ґрунту в котловані, доробку дна вручну, зворотну засипку пазух та його пошарове ущільнення.

Розрахунки та положення карти виконані для умов нового будівництва двоповерхової будівлі навчально-тренувального центру з укриттям у м. Запоріжжя.

Будівля зводиться за безкаркасною конструктивною схемою із несучими цегляними стінами. Роботи виконуються для влаштування котловану під підвальний поверх, де інтегровано споруду цивільного захисту. Розміри будівлі в крайніх осях становить 10,20 х 14,70 м.

Розрахункова глибина котловану - 1,3 м.

Провідна машина комплекту - гідравлічний одноківшевий екскаватор типу «зворотна лопата» з місткістю ковша 0,5 м^3 (ЕО-3121).

Ґрунтові умови: лесові супіски, рівень ґрунтових вод під час вишукувань не виявлений.

Кліматична зона: II температурно-кліматична зона України (м. Запоріжжя). Роботи передбачено виконувати у теплий період року в одну зміну (тривалість зміни - 8 годин).

3.2 Організація і технологія будівельного процесу

3.2.1 Підготовчі роботи

До початку механізованого розроблення котловану під навчально-

тренувальний центр необхідно виконати комплекс підготовчих процесів відповідно до вимог чинних нормативних документів:

1) Організація тимчасового відведення поверхневих (дощових і талих) вод від брівки майбутньої виїмки за допомогою пристрою нагірних канав та обвалувань.

2) Очищення території будівельного майданчика від чагарників, будівельного сміття та сторонніх предметів.

3) Геодезична розбивка контуру котловану: встановлюється інвентарна дерев'яна або металева обноска на відстані не менше 3 м від брівки виїмки. За допомогою оптичного теодоліта виноситься планова посадка осей будівлі (1–4, А–Г), які закріплюються створами, а за допомогою нівеліра фіксується вихідна нульова відмітка та контрольні висотні репери. Контур котловану закріплюється на місцевості за допомогою кілочків та сухої фарби (вапна).

3.2.2 Провідні будівельні процеси

Увесь комплекс земляних робіт виконується в чіткій технологічній послідовності методом поточно-розчленованого виробництва:

1. Зрізання рослинного шару.

Зрізання родючого шару ґрунту (чорнозему) на товщину $h_{рос}$ = 0,1 м виконується за допомогою бульдозера потужністю 59 кВт (тип ДЗ-29). Робота ведеться човниковим способом. Рослинний ґрунт переміщується у спеціально відведене місце у тимчасовий кавальєр для подальшого використання під час благоустрою та озеленення території центру.

2. Розробка основного масиву ґрунту екскаватором.

Механізоване розроблення лесового підґрунту (супіску) здійснюється одноківшевим гідравлічним екскаватором ЕО-3121, що обладнаний робочим органом «зворотна лопата» з місткістю ковша 0,5 м^3.

Розробка котловану ведеться однією лобовою (торцевою) проходкою.

Рух екскаватора та автосамоскидів КрАЗ-222Б організовується по верху котловану (поза зоною призми обвалення укосів).

Радіус копання та стоянки екскаватора підбираються таким чином, щоб середній кут повороту стріли при навантаженні ґрунту в кузов самоскида не перевищував 90°, що мінімізує тривалість робочого циклу машини.

Розрахункова частина ґрунту, що необхідна для майбутньої зворотної засипки пазух (121,3 м^3), складується на одній із поздовжніх бровок котловану у тимчасовий відвал. Відстань від підошви відвалу до брівки виїмки повинна становити не менше 1,0 м для унеможливлення зсувів стінок та обвалення ґрунту.

Надлишковий ґрунт (200 м^3) завантажується в автосамоскиди КрАЗ-222Б та транспортується на відстань 10 км за межі будівельного майданчика.

Щоб уникнути порушення природної структури та тримальної здатності основи лесових ґруп під стрічковими фундаментами, розробка здійснюється з недобором завтовшки $\delta = 5$ см.

3. Доробка дна котловану вручну.

Слідом за екскаватором ланка землекопів 2-го розряду виконує зачистку та доробку дна котловану вручну на товщину недобору (5 см) безпосередньо перед початком робіт із влаштування фундаментів. Виїмка ґрунту під зачистку виконується лопатами за рівнем висотних візирок.

4. Зворотна засипка пазух та ущільнення ґрунту.

Зворотна засипка пазух котловану починається лише після повного завершення монтажу збірних залізобетонних елементів фундаментів або застигання монолітних конструкцій підвалу (укриття), виконання їх вертикальної гідроізоляції та підписання Акта огляду прихованих робіт.

Подача ґрунту у пазухи здійснюється бульдозером ДЗ-29 методом насування з пошаровим розрівнюванням. Товщина кожного шару не повинна перевищувати 40 см.

Пошарове ущільнення здійснюється за допомогою ручних електротрамбовок типу ІЕ-4502. Кількість проходів по одному сліду - не

менше 4.

У стислих умовах, кутах та місцях безпосереднього прилягання до стін підвалу, де рух механізованого інструменту обмежений, засипка ґрунту та його трамбування виконуються виключно вручну невеликими шарами завтовшки до 15–20 см.

3.3 Техніко-економічні показники технологічної карти

За результатами розробки технологічної карти на виконання земляних робіт при зведенні навчально-тренувального центру з укриттям у м. Запоріжжя визначено наступні техніко-економічні показники.

3.3.1 Розрахунок об’ємів робіт

Для підрахунку об’ємів земельних робіт котлован у плані розбиваємо на 2 частини. Глибина котловану складає 2,0 м. Тип ґрунту – супісь. Природний кут нахилу ґрунту 75º. Знаходимо розміри котловану з урахуванням 1 м від фундаменту, для зручної роботи робочих біля фундаменту.

Довжина і ширина котловану по низу підраховується за формулою 3.1

$$B_н(L_н) = B_0(L_0) + (C + A) + 2K \qquad (3.1)$$

де B_0, L_0 - довжина і ширина будівлі по осях котловану;

C, A - ширина підошви фундаменту від осі до його зовнішньої сторони; ця величина різна і для розрахунків приймаємо її згідно «Плану розташування монолітного залізобетонного фундаменту»;

K - запас для можливості бетонування фундаментів, $K = 1$м

Для розрахунку об’ємів котлован поділяємо на 2 частини і визначаємо спочатку зрізку рослинного шару.

Ширина 1-ї ділянки котловану по низу:

$$B^1_н = 13{,}2 + (0{,}355 + 0{,}355) + 2 \cdot 1 = 14{,}71\,м$$

Довжина 1-ї ділянки котловану по низу:

$$L^{1}_{н} = 23,6 + (0,355 + 0,355) + 2 \cdot 1 = 26,31 м$$

Довжина і ширина котловану по верху визначається за формулою 3.2:

$$B_{в}, L_{в} = B_{н}, L_{н} + 2mh \quad (3.2)$$

де m - модуль відкосів ґрунту (m=0,75);

h - глибина котловану (h=2,0 м)

Ширина1-ї ділянки котловану по верху:

$$B^{1}_{в} = 14,71 + 2 \cdot 0.75 \cdot 2,0 = 17,71 м$$

Довжина 1-ї ділянки котловану по верху:

$$L^{1}_{в} = 26,31 + 2 \cdot 0.75 \cdot 2.0 = 29.31 м$$

Визначаємо об’єм зрізки рослинного шару 1-ї ділянки

$$V_{зр1} = B^{1}_{в} \cdot L^{1}_{в} \cdot h_{0} = 17,71 \cdot 29,31 \cdot 0.2 = 103,8 \text{ м}^3 \quad (3.3)$$

Визначаємо об’єм зрізки рослинного шару 2-ї ділянки

$$V_{зр2} = B^{2}_{в} \cdot L^{2}_{в} \cdot h_{0} = 4.2 \cdot 10.6 \cdot 0.2 = 8.9 \text{ м}^3 \quad (3.4)$$

Загальний об’єм зрізки рослинного шару 2-х ділянок

$$V_{зр} = V_{зр1} + V_{зр2} = 103.8 + 8,9 = 112.7 \text{ м}^3 \quad (3.5)$$

Об’єм ґрунту при розробці котловану дорівнює за формулою 3.6:

$$V_{0} = F_{ср} \cdot H_{k} = \frac{F_{в} + F_{н}}{2} \cdot H \quad (3.6)$$

Об’єм ґрунту 1-ї ділянки

$$V_{1} = \frac{14,71 \cdot 26,31 + 17,71 \cdot 29,31}{2} \cdot 2,0 = 906,1 \text{ м}^3$$

Об’єм ґрунту 2-ї ділянки дорівнює

$$V_{2} = \frac{1,2 \cdot 7,6 + 4,2 \cdot 10,6}{2} \cdot 2,0 = 53,6 \text{ м}^3$$

Загальний об’єм ґрунту при розробці котловану складає

$$V_{0} = 906,1 + 53,6 = 959,7 \text{ м}^3$$

Об’єм підчистки дна котловану вручну за формулою 3.7:

$$V_{п} = F_{н} \cdot h_{п} \quad (3.7)$$

$$V_{п} = (24,2 \cdot 39,2 + 5,2 \cdot 8,2) \cdot 0,1 = 99,2 \text{ м}^3$$

Об’єм механізованої розробки котлованів:

$$V_{мр} = 1324.2 - 99.2 = 1225.0 \text{ м}^3$$

Об’єм ґрунту, який витісняє споруда за формулою 3.8:

$$V_{с} = (A_1 \cdot B_1 \cdot h_1 + A_2 \cdot B_2 \cdot h_2) \cdot 39 \quad (3.8)$$

$$V_{с} = (1.2 \cdot 1.2 \cdot 0.4 + 0.9 \cdot 0.9 \cdot 0.9) \cdot 39 = 50.9 \text{ м}^3$$

Об’єм зворотної засипки з урахуванням коефіцієнта остаточного розпушування за формулою 3.9:

$$V_{з.з.} = \frac{V_{о} - V_{с}}{R_{о.р.}} \quad (3.9)$$

$$V_{з.з.} = \frac{1324.2 - 50.9}{1.05} = 1212.7 \text{ м}^3$$

Площа ділянки для зворотної засипки пазух фундаментів за формулою 3.10:

$$F_{зз} = P \cdot B \quad (3.10)$$

де P – довжина ділянки для зворотної засипки пазух фундаментів, P=120м;

B – ширина ділянки для зворотної засипки пазух фундаментів, B=1,0м;

$$F_{з,з} = 1212.7 \cdot 205 = 3030 \text{ м}^2$$

Оскільки норма часу дається на ущільнення одного шару товщиною 0,4м, то необхідно розрахувати кількість шарів ущільнення $n_{ш}$. Глибина котловану складає 1,3 м.

Отже кількість шарів дорівнює

$$n_{ш} = 1,3/0,4 = 4 \text{ шара}$$

Загальна площа ущільнення дорівнює за формулою 3.11:

$$\sum F_{з.з.} = 1212.7 \cdot 4 = 4848 \text{ м}^2 \quad (3.11)$$

3.3.2 Визначення необхідних засобів механізації для розробки котловану

Екскаватор підбираємо по наступним параметрам

1 Необхідна глибина копання $H_к = 1{,}3$ м;

2 Необхідний радіус різання.

Максимальна ширина котловану складає ≈ 25 м. При розробці котловану за три проходки потрібен радіус різання за формулою 3.12:

$$R_{різ} = \frac{B}{3 \cdot 2} = \frac{25}{6} = 4{,}2 \text{ м} \qquad (3.12)$$

Для розробки котловану вибираємо одноківшевий екскаватор «зворотня лопата» ЭО-3121 з ємністю ковша 0,5 м³.

3.3.3 Розрахунок трудомісткості процесу

Трудомісткість виробництва земляних робіт при розробці котловану знаходиться за формулою 3.13:

$$T_р = \frac{V \cdot H_ч}{t_{зм} \cdot К},: \qquad (3.13)$$

де V – об'єм робіт, м³;

$H_ч$ – норма часу;

$t_{зм}$ – тривалість робочої зміни, $t_{зм}$ = 8год;

К – коефіцієнт при нормі часу.

Трудомісткість робіт при розробці котловану дорівнює

$$T_р^{1} = \frac{5.9 \cdot 1225}{8 \cdot 100} = 9.0 \text{ м-зм}$$

3.3.4 Визначення кількості транспортних засобів при розробці котловану

Для суміжної роботи з екскаватором ЭО 3121А вибираємо автосамоскид КрАЗ 222Б з ємністю кузова V=10м³.

Годинна продуктивність екскаватора дорівнює:

$$П_{г.е.} = \frac{1 \cdot V}{Н_ч} = \frac{1 \cdot 100}{3,4} = 29,4 м^3/год \quad (3.14)$$

Час завантаження однієї одиниці:

$$t_п = \frac{E}{П_{г.е.}} = \frac{2,4}{29,4} = 0,08 \text{ год} \quad (3.15)$$

де E – ємність кузова автосамоскида

Визначення часу для автосамоскида у 2 кінця:

$$t_1 = \frac{2 \cdot l}{V_{ср}} = \frac{20}{25} = 0,8 \text{ год} \quad (3.16)$$

де l – відстань транспортування ґрунту, l=10 км

Vср – середня швидкість транспортування ґрунту, Vср=25 км/год

Визначення тривалості одного повного циклу самоскида:

$$t_ц = t_п + t_1 + t_2 = 0.08 + 0.8 + 0.033 = 0.91 \text{ год} \quad (3.17)$$

де t2 – час розвантаження, t2 = 0,033 год.

Кількість рейсів самоскида у зміну:

$$П_р = \frac{t_{зм}}{t_ц} = \frac{8}{0,91} = 9 \text{ рейсів} \quad (3.18)$$

Необхідна кількість автосамоскидів:

$$П = \frac{t_ц}{t_п} = \frac{0,91}{0,08} = 11 \text{ автомоб.} \quad (3.19)$$

3.3.5 Визначення кількості електротрамбівок при зворотній засипці

Зворотна засипка котловану виконується бульдозером ДЗ-29.

Трудомісткість робіт по зворотній засипці пазух фундаментів дорівнює:

$$Т_р = \frac{V \cdot Н_ч}{t_{зм} \cdot К} = \frac{1213 \cdot 0{,}38}{8 \cdot 100} = 0{,}58 \text{ м/зм} \quad (3.20)$$

Ущільнення ґрунту проводиться електротрамбівками ІЭ – 4502. Товщина шару, що ущільнюється δ=0,4м за 4 проходи. Нч=1,9 чол/год, на 100м² товщиною δ=0,4м. Тоді об'єм ґрунту, що ущільнюється дорівнює V=40м³.

Продуктивність трамбівки у зміну:

$$Пр^{тр} = \frac{t_{зм} \cdot V}{Н_ч} = \frac{8 \cdot 40}{1{,}9} = 168{,}42 \text{ м}^3/\text{ год} \quad (3.21)$$

Продуктивність бульдозера у зміну:

$$Пр^{б} = \frac{8 \cdot 100}{0{,}66} = 1212.1 \text{ м}^3/\text{ год} \quad (3.22)$$

Визначаємо кількість електротрамбівок:

$$N_{ел.тр.} = \frac{Пр^{б}}{Пр^{тр}} = \frac{1212.1}{168{,}42} = 7 \text{шш} \quad (3.23)$$

3.3.6 Калькуляція трудових витрат

Таблиця 3.1 - Калькуляція трудових витрат

№ п/п	Найменування будівельних процесів	Один. вимір.	Об'єм робіт	§§ ЕНіР	Норм. часу чол - год / маш - год	Трудомісткість чол – дн. / маш – зм	Склад ланки	Середн. Розр. Роб.у ланці	Км.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Зрізка рослинного шару	100м³	2,09	Е 2-1-36	0,41/0,41	0,07/0,07	Маш. 5р-1ч	5	1,54
2	Розробка котловану з завантаж. у транспорт	100м³	12,25	Е 2-1-11	3,4/ 3,4	5,21 /5,21	Маш. 6р-1ч	6	1,79
3	Транспортування ґрунту автосамоскидом	100м³	12,25	Розрах.					
4	Підчистка дна котловану вручну	м³	99,1	Е 2-1-47	1,3/-	16,1 /-	Землекоп 2р-1ч	2	1,09
5	Влаштування монолітних фундаментів	Дивись технологічну карту по влаштуванню фундаментів							
6	Розробка ґрунту для засипки пазух котловану	100м³	12,13	Е 2-1-11	3,4/3,4	5,16 /5,16	Маш. 6р-1ч	6	1,79
7	Транспортування ґрунту на ділянку	100м³	12,13	Розрах.					
8	Засипка пазух котловану бульдозером	100м³	12,13	Е 2-1-34	0,38/0,38	0,58 /0,58	Маш. 6р-1ч	6	1,79
9	Ущільнення ґрунту трамбівками	100м²	48,5	Е 2-1-59	1,9/-	11,5 /-	Землекоп 3р-1ч	3	1,18
Усього: (без транспортування)						28,26/11,02			

3.3.7 Потреба в інструментах, інвентарі та пристроях

Для забезпечення роботи ланки робітників (включаючи процеси геодезичної розбивки та доробки дна котловану вручну) приймається такий комплект нормового інвентарю.

Таблиця 3.2 – Відомість інструментів, інвентарю та пристроїв

№ п/п	Найменування інструменту та інвентарю	Тип / Марка	Кіл-ть, шт.	Функціональне призначення
1	Теодоліт з триногою	2Т30	1	Геодезична розбивка осей та брівки
2	Нівелір з рейкою	Н-3	1	Контроль висотних відміток дна котловану
3	Лопата копальна гостроноса	ЛК	3	Доробка недобору ґрунту вручну (10,13 $м^3$)
4	Лопата підбиральна прямокутна	ЛП	2	Зачистка дна котловану та перекидання ґрунту
5	Рулетка сталева	РЗ-20 (20 м)	2	Лінійні вимірювання при розбивці
6	Візирки ходові інвентарні	Конструктивні	1 компл.	Висотний контроль зачистки дна вручну
7	Шнур розбивочний (причалка)	Капроновий	100 м	Фіксація контурів та осей виїмки

3.4 Вказівки до виконання робіт

До початку основних робіт по плануванню майданчика, відриванню котловану повинні бути виконані підготовчі роботи, роботи по зняттю і складуванню родючого шару ґрунту. Виїмки повинні бути захищені від стоку поверхневих вод до початку основних земляних робіт. Поздовжній ухил майданчика слід витримувати не менше 0,003.

1. Розбивка вісей фундаменту. Осі будинку розбивають на обноску геодезисти. Для цього на обноску натягають осьові струни і за допомогою

виска переносять точки на дно котловану. Від цих точок відміряють проектні розміри фундаментів і закріплюють металевими штирями так, щоб натягнутий між ними шнур-причалка знаходився на відстані 2-3 мм від бічної грані стрічкового фундаменту.

Розбивку котловану глибиною 1,3 м починають з виносу і закріплення на місцевості створеними знаками основних робочих осей, у якості яких приймаємо головні осі будинку 1 – 7, А -Ж.

Розбивку здійснюють за допомогою геодезичних інструментів і вимірювальних інструментів.

Після цього навколо майбутнього котловану на відстані 2 – 3 м від його брівки паралельно основним осям встановлюють обноску.

На обноски переносяться основні розбивочні осі і, починаючи від них, розмічають всі інші осі будинку.

Всі осі закріплюють на обноску цвяхами або пропилами і нумерують. На металеву обноску осі закріплюють фарбою. Розміри котловану поверху, понизу й інші характерні його точки відзначають добре видимими кілочками. Після зведення підземної частини будинку основні розбивочні осі переносяться на цоколь.

2. Розробка ґрунту одноківшевим екскаватором.

Планування площадки забудови виконуємо за допомогою бульдозера ДЗ-29, виконується зрізка рослинного шару товщиною 0,1м. Розробка ґрунту ведеться одноківшевим екскаватором «зворотна лопата» ЭО 3121А, зі стоянок . Перша стоянка екскаватора розташовується паралельно осям 1-7, між осями Б-В. Транспортні засоби а саме КрАЗ-222Б розташовується попереду екскаватора, що дозволяє працювати екскаватору досить економічно адже виконується умова кута повороту екскаватора яка не повинна перевищувати 90^0. Автосамоскид рухається по улаштованій тимчасовій дорозі

Розробка ґрунту одноківшевим екскаватором здійснюється з завантаженням на транспорт. При цьому передбачається завантаження ґрунту в автомобільний транспорт, в нашому випадку нам необхідно 11

автосамоскидів для безперервної роботи екскаватора. Деяку частину ґрунту, а саме 1213 м^3, залишається на будівельному майданчику для зворотної засипки, на спеціально відведеному місці.

Зачищення недобору ґрунту ланкою землекопів виконується безпосередньо перед монтажем або бетонуванням фундаментів. Залишати відкрите розроблене дно котловану на тривалий час (особливо в разі загрози опадів) заборонено.

Контроль глибини зачищення здійснюється за допомогою ходових інвентарних візирок та постійного нівелювання від контрольного репера.

Вибраний вручну ґрунт (10,13 м^3) викидається на брівку або в зону досяжності ковша екскаватора для подальшого видалення.

3. Зворотна засипка пазух котловану виконується після влаштування монолітних фундаментів за допомогою бульдозера ДЗ-29, а також послідовним утрамбовуванням ґрунту трамбівкою.

До зворотної засипки пазух дозволяється приступати лише після повного застигання монолітних залізобетонних фундаментів укриття, повного монтажу підземних конструкцій, виконання їхньої гідроізоляції та підписання двостороннього Акта огляду прихованих робіт.

Подача ґрунту з тимчасового кавальєра здійснюється бульдозером ДЗ-29 плавними насувами. Закидати ґрунт великими масивами одночасно заборонено, щоб не пошкодити гідроізоляційне покриття стін підвалу.

Ґрунт у пазухи вкладається горизонтальними шарами. Товщина одного пухкого шару супіску перед ущільненням має становити не більше 40 см.

Кожен шар ретельно проливається водою (в разі недостатньої природної вологості ґрунту) та ущільнюється ручними електротрамбовками ІЕ-4502. Кількість проходів трамбівки по одному сліду має бути не менше 4, до досягнення нормативного коефіцієнта щільності $K \geq 0,95$.

У місцях прилягання до кутів, де прохід механізованого інструменту неможливий, засипка виконується лопатами, а трамбування - виключно ручними дерев’яними або металевими товкачами шарами по 15–20 см.

3.5 Контроль якості і приймання земляних робіт

3.5.1 Загальні положення та завдання контролю

Процеси зведення земляних споруд на будівельному майданчику навчально-тренувального центру підлягають систематичному, безперервному та суворому контролю на всіх етапах їх виконання. Головним завданням контролю є повна відповідність фактичних параметрів земляної виїмки та насипних шарів проєктним рішенням і вимогам чинних будівельних норм.

У загальному випадку систематичному контролю підлягають такі ключові параметри:

1) Просторове положення виїмок: точна відповідність планової посадки об'єкта та його висотних відміток геометричній сітці розбивочних осей.

2) Геометричні розміри земляних споруд: ширина котловану по низу та по верху, довжина ділянок розробки, а також фактична глибина виїмки.

3) Фізико-механічні властивості ґрунтів: оцінка стану природної основи дна котловану, що є особливо важливим для зведення фундаментів на лесових супісках.

4) Якість укладання ґрунтів у насип і зворотне засипання: ретельна перевірка характеристик покладених і пошарово ущільнених ґрунтів у пазухах будівлі (визначення щільності та оптимальної вологості).

3.5.2 Організація повсякденного операційного контролю

Для забезпечення бездефектного виконання робіт та своєчасного виявлення відхилень на майданчику організують повсякденний і безперервний операційний контроль. Його безпосереднє здійснення покладається на лінійний інженерно-технічний персонал - виконроба та майстрів, які безпосередньо керують процесом.

До операційного контролю в обов’язковому порядку залучаються:

- Представники геодезичної служби: для інструментальної перевірки правильності винесення контурів виїмки, розбивки осей та недопущення перевищення лінійних відхилень.
- Фахівці будівельної лабораторії: для регулярного відбору проб ґрунту із засипних пазух з метою визначення фактичного коефіцієнта ущільнення механізованим інструментом.

3.5.3 Методи та засоби інструментального контролю

Для контролю положення в просторі та геометричних розмірів земляної споруди ланка контролерів регулярно перевіряє планове розташування елементів котловану. Інструментальному вимірюванню підлягають відмітки брівок і дна виїмок, а також відмітки верху насипів і кавальєрів з обов'язковим урахуванням технологічного запасу на подальше природне осідання ґрунту. Додатково вимірюються відмітки вже спланованих бульдозером поверхонь будівельного майданчика, а також фактичні ухили укосів (відкосів) розроблених ділянок.

Даний контроль здійснюється безпосередньо на робочому місці за допомогою комплекту повірених геодезичних приладів, вимірювальних пристроїв та спеціальних шаблонів, до якого входять:

- оптичні або електронні теодоліти (для планової перевірки кутів та створів осей);
- нівеліри (для точної фіксації висотних позначок дна, недобору та брівок);
- сталеві вимірювальні рулетки довжиною 20 і 50 метрів;
- тривалі будівельні рівні та контрольні рейки довжиною 2 і 3 метри (для оцінки рівності поверхонь);
- будівельні виски (для перевірки вертикальності стінок або конструкцій);

– спеціальні кутові шаблони (для контролю нормативного закладання укосів);

– набори інвентарних ходових і нерухомих візирок (для візуального контролю відмітки зачистки дна вручну).

3.5.4 Особливі вимоги при роботі в зоні підземних комунікацій

Оскільки нове будівництво ведеться в умовах діючого закладу освіти, земляні роботи в місцях, де розташовані або передбачаються діючі підземні інженерні комунікації, повинні провадитися з вживанням особливих суворих запобіжних заходів проти їхнього випадкового ушкодження або руйнування.

Технологічний процес у цих зонах регламентується такими правилами:

– Провезення техніки та безпосереднє розроблення ґрунту допускаються лише за наявності офіційного письмового рішення (наряду-допуску) організації, яка несе відповідальність за безпечну експлуатацію цих комунікацій.

– Розробка ґрунту в місцях безпосереднього розташування діючих електричних кабелів високої напруги, газопроводів або тепломереж допускається виключно в присутності відповідальних представників організацій, що безпосередньо експлуатують ці мережі.

– У межах охоронних зон комунікацій використання екскаватора чи бульдозера повністю забороняється; розробка та підчистка здійснюються виключно вручну без застосування ударних інструментів (ломів, кирок).

3.5.5 Приймальний контроль та оформлення документації

Остаточне прийняття виконаних земляних робіт на об’єкті проводиться лише після повного та якісного їхнього закінчення на конкретній технологічній ділянці. На етапі приймання комісійно оцінюється глибина відривання котловану, його фактичні геометричні розміри, реальний стан

ґрунтів в основі (відсутність замокання чи розпушення лесового шару) та загальна відповідність виконаних робіт затвердженому проєкту.

Всі закриті земляні процеси в обов'язковому порядку оформлюються юридичними технічними документами:

- Відповідність параметрів виїмки проєкту фіксується у вигляді Акта приймання прихованих робіт, який підписується виконробом, представником технічного нагляду замовника та авторського нагляду проєктувальника.
- Оформлення актів здійснюється безпосередньо в процесі виконання робіт, до моменту початку влаштування стрічкових чи пальових фундаментів. Початок наступних будівельних процесів без підписаного акта прихованих робіт на розробку котловану категорично заборонено.

3.6 Охорона праці та техніка безпеки при виконанні земляних робіт

3.6.1 Організаційно-профілактичні заходи безпеки

Виконання всього комплексу земляних робіт на майданчику нового будівництва навчально-тренувального центру має здійснюватися із суворим дотриманням вимог нормативно-правових актів з охорони праці. До початку виконання робіт у безпосередньому заглибленні котловану необхідно провести комплексний інструктаж робітників з безпечних методів праці, а також забезпечити весь персонал засобами індивідуального захисту (ЗІЗ), включаючи захисні каски, сигнальні жилети, спецвзуття та рукавиці.

- Заборона підкопів. Розробляти ґрунт у котлованах і траншеях методом підкопу або з утворенням «козирьків» (навісів) з верхніх шарів ґрунту категорично не допускається через критичну загрозу раптового обвалення стінок виїмки.
- Очищення укосів. Усі знайдені у відкосах котловану під час його механізованого розроблення валуни, великі камені, а також помітні

відшарування та брили ґрунту повинні бути негайно видалені з укосів за допомогою механізованого інструменту або ковша екскаватора до того, як люди зайдуть у виїмку.

– Санітарний контроль території. Оскільки будівництво ведеться на території міської забудови, перед початком виробництва земляних робіт на ділянках із можливим біологічним або хімічним зараженням ґрунту (зокрема, поблизу старих сховищ, інженерних колекторів або специфічних історичних зон) в обов’язковому порядку необхідно отримати офіційний дозвіл та висновок від органів Державного санітарно-епідеміологічного нагляду.

3.6.2 Правила безпеки при розробці та складуванні ґрунту

Розміщення відвалів ґрунту. Ґрунт, який тимчасово виймають із котловану для наступної зворотної засипки пазух, дозволяється розташовувати на відстані не менше ніж 0,5 м від краю (брівки) котловану. Для умов лесових супісків Запоріжжя, з метою запобігання зсуву призми обвалення під вагою відвалу, цю відстань рекомендується збільшувати до 1,0 м.

Контроль стійкості укосів. Перед кожним допусканням працівників у котлован глибиною більше ніж 0,5 м (а особливо після тривалих технологічних перерв, дощів або температурних перепадів) майстер чи виконроб зобов’язаний особисто перевірити стійкість відкосів та надійність кріплення стінок. У разі виявлення тріщин на брівці роботи зупиняються до повного усунення загрози обвалу.

Демонтаж кріплень виїмки. Якщо стінки котловану чи пазух закріплювалися щитами або шпунтом, розбирання тимчасового кріплення стінок виїмки повинно виконуватися послідовно - строго знизу вгору по мірі виконання зворотної засипки та пошарового ущільнення пазух котловану бульдозером і трамбівками.

3.6.3 Безпека в зоні підземних мереж та транспортних засобів

Роботи в охоронних зонах комунікацій. Поблизу наявних підземних комунікацій земляні роботи повинні проходити виключно вручну або за допомогою делікатного механізованого інструменту (без ударної дії) під безпосереднім та постійним доглядом майстра або виконроба.

Присутність експлуатаційних служб. У тих випадках, коли траса розробки котловану перетинає такі діючі небезпечні комунікації, як підземний газопровід середнього чи низького тиску або силовий електричний кабель під напругою, при виконанні земляних робіт є обов'язковою постійна присутність відповідальних працівників газового або енергетичного господарства міста.

Правила завантаження автотранспорту. Завантаження розробленого ґрунту ковшем екскаватора ЕО-3121 на автосамоскиди КрАЗ-222Б повинно виконуватися строго з боку заднього або бічного бортів машини. Категорично забороняється перенесення ковша екскаватора з ґрунтом безпосередньо над кабіною водія автомобіля або над робочим місцем підручних землекопів. Водій під час завантаження повинен вийти з кабіни та перебувати поза зоною радіуса дії стріли екскаватора.

3.6.4 Огородження та сигналізація

Влаштування захисних бар'єрів. Робоча зона котловану вздовж усього периметра повинна бути надійно обгороджена захисним інвентарним огородженням заввишки не менше 1,2 м з урахуванням діючих вимог безпеки.

Попереджувальні знаки та нічне освітлення: На огородженні будівельного майданчика необхідно встановити чітко видимі попереджувальні написи, інформаційні щити та знаки безпеки, а в нічний час або в умовах недостатньої видимості на кутах огородження обов'язково вмикається сигнальне сигналізаційне червоне освітлення, підключене до мережі тимчасового електропостачання.

4 ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Характеристика об’єкта та методи виконання робіт

4.1.1 Об’ємно-планувальні та конструктивні рішення об’єкта

Проєктом передбачається нове будівництво двоповерхової адміністративної будівлі в м. Запоріжжя.

Геометричні параметри: Будівля прямокутна в плані з розмірами в крайніх координаційних осях «1–6» - 24,00м та «А–В» - 12,00 м. Сітка несучих стін прийнята за уніфікованою модульною системою 6,0 х 6,0 м.

Висотні характеристики. Висота поверхів становить 3,600 м (відмітка підлоги другого поверху - +3,600, відмітка низу конструкцій покриття - +7,200). Максимальна висота будівлі до конька двосхилого даху становить +10,500 м.

Конструктивна схема. Безкаркасна будівля з поздовжніми та поперечними несучими стінами. Зовнішні стіни виконуються з цегли завтовшки 510 мм із зовнішнім мінераловатним утепленням (140 мм). Внутрішні несучі стіни - цегляні завтовшки 380 мм.

Перекриття та покриття. Запроєктовані зі збірних залізобетонних багатопустотних плит завтовшки 220 мм, які спираються на несучі стіни із глибиною закладання не менше 120 мм.

Дах. Двосхилий, кроквяної конструкції з дерев’яних елементів хвойних порід із покрівлею з бітумної черепиці.

4.1.2 Методи виконання основних будівельних робіт

Зведення адміністративної будівлі виконується потоково-розчленованим методом. Будівля розбивається на дві рівні технологічні захватки (у межах осей 1–3 та 4–6) та чотири технологічні яруси за висотою

(по два яруси кладки на кожен поверх).

1. Загальнопідготовчий період. Включає влаштування тимчасових інвентарних побутових приміщень, організацію складських майданчиків, підведення тимчасових мереж водо- та електропостачання, а також інструментальну розбивку осей 1–6 та А–В за допомогою теодоліта з винесенням реперних відміток.

2. Підземний цикл (Нульовий цикл):

- Механізована розробка ґрунту під фундаменти мілкого закладання екскаватором ЕО-3121 «зворотна лопата» з навантаженням у самоскиди та частковою відсипкою в кавальєр для зворотної засипки.
- Влаштування стрічкових фундаментів та виконання їхнього вертикального і горизонтального гідроізоляційного захисту.
- Зворотна засипка пазух бульдозером ДЗ-29 із пошаровим ущільненням ґрунту ручними електротрамбовками ІЕ-4502.

3. Надземний цикл (Зведення коробки будівлі):

- Мурування стін. Виконується ланками мулярів ярусно (висота ярусу 1,2 м) з інвентарних риштувань, які встановлюються всередині будівлі на кожній захватці. Подача цегли та розчину на робоче місце здійснюється за допомогою бункерів та піддонів монтажним краном.
- Монтаж збірних конструкцій. Монтаж залізобетонних перемичок та багатопустотних плит міжповерхового перекриття (на відм. +3,600) та покриття (на відм. +7,200) виконується автомобільним краном КС-3575А безпосередньо «з коліс» (з транспортних засобів). Плити анкеруються сталевими зв’язками, а шви замонолічуються цементним розчином марки М100.
- Влаштування даху. Монтаж дерев’яних крокв, обробка дерев’яних конструкцій вогне- та біозахисними сумішами, влаштування суцільного настилу OSB-3 та укладання бітумної черепиці.

4. Оздоблювальний цикл:

- Заповнення прорізів - встановлення металопластикових віконних

блоків із двокамерними склопакетами та зовнішніх/внутрішніх дверей.

– Внутрішні спецроботи - прокладання трубних розводок опалення, водопроводу, каналізації та монтаж силових електромереж.

– Фінішні роботи: влаштування стяжок, укладання керамічної плитки у санвузлах та вестибюлях, настил лінолеуму й паркету в кабінетах, штукатурення та фарбування стін водно-дисперсійними сумішами.

4.2 Обґрунтування та вибір монтажного крана

Для монтажу збірних залізобетонних елементів надземної частини будівлі (багатопустотних плит перекриття та покриття завтовшки 220 мм, перемичок) необхідно підібрати монтажний кран за трьома основними технічними параметрами: необхідною вантажопідйомністю ($Q_{необ}$), висотою підйому гака ($H_к$) та необхідним вилітом стріли ($L_{необ}$).

4.2.1 Визначення розрахункових параметрів

1. Необхідна вантажопідйомність крана ($Q_{необ}$) визначається для найважчого монтажного елемента (монтажної сили) з урахуванням маси стропувальних пристосувань. Найважчим елементом є збірна залізобетонна багатопустотна плита перекриття номінальною шириною 1,5м та довжиною 7,2 м.
   - Маса плити перекриття: $P_{ел} = 3,0$ т.
   - Маса монтажних пристосувань (чотиригілковий строп типу 4СК): $P_{прист} = 0,1$.

$$Q_{необ} = P_{ел} + P_{прист} = 3,0 + 0,1 = 3,1 \text{ т} \quad (4.1)$$

2. Необхідна висота підйому гака ($H_к$):

Розраховується від рівня стоянки крана до головки гака за формулою для найвищої точки монтажу (плити покриття над другим поверхом):

$$H_к = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 \quad (4.2)$$

Де h_1 = 7,2 м - перевищення опори монтажного елемента над рівнем стоянки крана (чиста висота двох поверхів до диска покриття згідно з відмітками креслення: 3,600 м х 2);

h_2 = 0,5 м - технологічний запас (зазор безпеки під час перенесення елемента над конструкціями стін);

h_3 = 0,22 м - конструктивна товщина плити перекриття;

h_4 = 2,5 м - висота стропування (від верху плити до центра гака крана).

$$H_к = 7,2 + 0,5 + 0,22 + 2,5 = 10,42 \text{ м}$$

3. Необхідний виліт стріли ($L_{необ}$): Оскільки будівля зводиться з поздовжніми та поперечними несучими цегляними стінами, монтажний кран розташовується з одного повздовжнього боку будівлі на безпечній відстані від відкосів котловану та призми обвалення ґрунту. Необхідний виліт стріли повинен забезпечувати укладання найвіддаленішої плити перекриття (на протилежній осі будівлі) з урахуванням ширини будівлі:

$$L_{необ} = a + b + c \approx 14,5 \text{ м} \quad (4.3)$$

a = 1,5 м - відстань від осі обертання крана до найближчої стіни будівлі з урахуванням габаритів безпеки техніки;

b = 11,5 м - повна ширина будівлі (відстань до найвіддаленішого монтажного вузла);

c = 1,5 м - запас вильоту для маневрування ковшем або гаком.

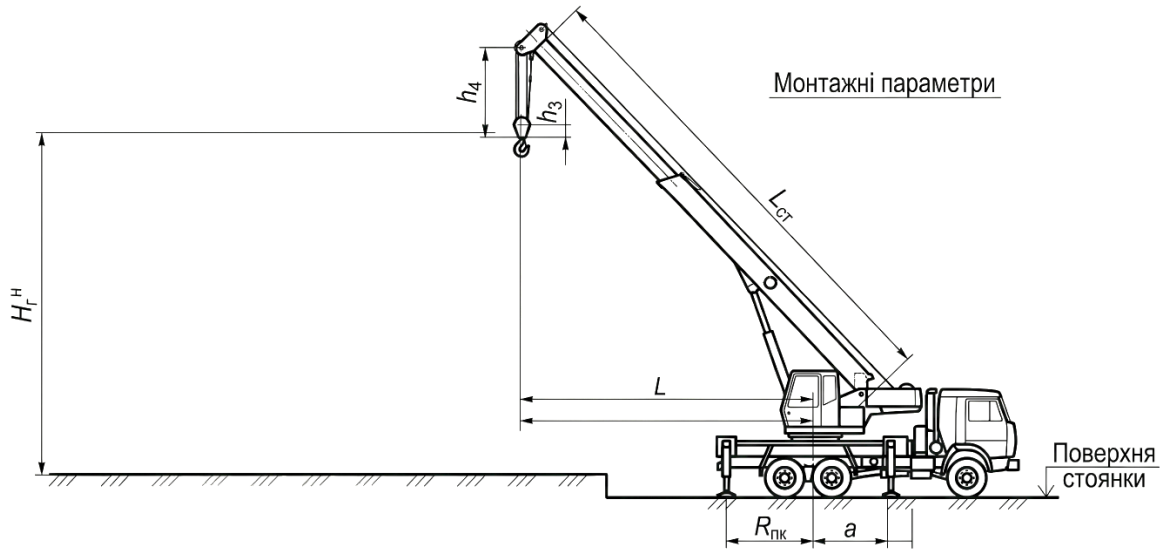


Рисунок 4.1 – Схема визначення параметрів автомобільного крану

4.2.2 Вибір марки крана

За отриманими граничними розрахунковими точками (Qнеоб = 3,1 т, Нк = 10,42 м, Lнеоб = 14,5м) за каталогом та графіками вантажних характеристик підбирається монтажний кран.

Для умов зведення двоповерхового навчально-тренувального центру прийнято автомобільний кран КС-3575А вантажопідйомністю 10 т).

На виліті стріли 14,5 м його фактична вантажопідйомність становить 3,2 т, що повністю задовольняє умову:

$$Q_{фактична} = 3,2 \text{ т} \geq Q_{необ} = 3,1 \text{ т}$$

Використання автомобільного крана КС-3575А забезпечує необхідну мобільність на будівельному майданчику в м. Запоріжжя та дозволяє вести монтаж елементів безпосередньо з транспортних засобів.



Рисунок 4.2 - Автомобільний кран КС-3575А

4.3 Визначення обсягів робіт

Методика та попередній розрахунок геометричних об’ємів:

1. Мурування зовнішніх стін (цегла, товщина 510 мм):
   - Периметр будівлі по осях: P = (12,0 + 24,0) · 2 = 72,0 м.
   - Загальна висота цегляної кладки двох поверхів: H = 3,6 м · 2 = 7,2 м.
   - Площа стін без вирахування прорізів: F = 72,0 · 7,2 = 518,4 $м^2$.
   - Орієнтовна площа віконних та дверних прорізів становить близько

25% від площі фасадів (≈ 130,0 $м^2$).

- Площа кладки за вирахуванням прорізів: 518,4 - 130,0 = 388,4 $м^2$.
- Об’єм кладки зовнішніх стін: $V_{зовн}$ = 388,4 $м^2$ · 0,51 м ≈ 198,1 $м^3$.

2. Мурування внутрішніх несучих стін (цегла, товщина 380 мм):

- Згідно з планом, будівля має одну поздовжню внутрішню стіну довжиною 24,0 м та три поперечні загальною довжиною близько 36,0 м. Загальна довжина внутрішніх стін 60,0 м.
- Об’єм кладки внутрішніх стін на два поверхи (з вирахуванням прорізів для дверей): $V_{внутр}$ = 60,0 м · 7,2 м · 0,38 м – прорізи 152,4 $м^3$.
- Загальний об’єм цегляної кладки: 198,1 + 152,4 = 350,5 $м^3$.

3. Монтаж збірних залізобетонних плит перекриття та покриття:

- Площа одного поверху в межах осей: 12,0 · 24,0 = 288 $м^2$.
- Для перекриття (відм. +3,600) та покриття (відм. +7,200) загальна площа становить: 288 · 2 = 576 $м^2$.
- Приймаємо стандартні плити шириною 1,5 м та довжиною 6,0 м (площа однієї плити 9 $м^2$).
- Кількість плит на два рівні: 576 $м^2$ / 9 $м^2$ = 64 шт.

4. Оздоблювальні роботи (внутрішнє штукатурення стін):

- Рахується за площею вертикальних поверхонь цегляних стін (приблизно в 2-2,5 рази більше за загальний об’єм кладки): 1280 $м^2$.

Отримані об’єми зведені в офіційну підсумкову таблицю за номенклатурою процесів.

Таблиця 4.1 – Відомість обсягів робіт

№ п/п	Найменування будівельних процесів та конструктивних елементів	Одиниця виміру	Обсяг робіт	Організаційні особливості / Ведучий механізм
1 Земляні роботи та нульовий цикл				
1.1	Зрізання рослинного шару ґрунту	100 $м^3$	1,13	Бульдозер ДЗ-29
1.2	Механізоване розроблення ґрунту в котловані під	100 $м^3$	9,60	Екскаватор ЕО-3121, 0,5 $м^3$

Продовження таблиці 4.1

	фундаменти			
1.3	Доробка та підчищення дна вручну	$м^3$	10,13	Ланка землекопів (вручну)
1.4	Влаштування монолітних залізобетонних стрічкових фундаментів	$м^3$	84,50	Автобетонозмішувачі, автобетононасос
1.5	Зворотна засипка пазух котловану з пошаровим ущільненням	100 $м^3$	1,09	Бульдозер ДЗ-29 , електротрамбовки
2 Зведення надземної частини (коробки)				
2.1	Мурування зовнішніх несучих стін (товщина 510 мм)	$м^3$	198,10	З підмостей, подача матеріалів краном
2.2	Мурування внутрішніх несучих стін (товщина 380 мм)	$м^3$	152,40	Ланка мулярів, цементний розчин
2.3	Монтаж збірних залізобетонних плит міжповерхового перекриття	шт. / $м^3$	32 / 41,3	Автокран КС-3575А (монтаж «з коліс»)
2.4	Монтаж збірних залізобетонних плит покриття	шт. / $м^3$	32 / 41,3	Автокран КС-3575А
2.5	Монтаж збірних залізобетонних перемичок над прорізами	шт.	48	Серія 1.038.1-1, автокран
3 Влаштування даху та покрівлі				
3.1	Монтаж дерев'яних конструкцій кроквяної системи	$м^3$ деревини	14,20	Вогне- та біозахисна обробка
3.2	Влаштування суцільного настилу з вологостійких плит	$м^2$	340,00	Плити OSB-3
3.3	Укладання покрівельного килима з бітумної черепиці	$м^2$	340,00	Вручну, з кріпленням покрівельними цвяхами
4 Оздоблювальні та спецроботи				
4.1	Заповнення віконних прорізів металопластиковими блоками	$м^2$	112,00	Двокамерні енергозберігаючі склопакети
4.2	Внутрішнє поліпшене	$м^2$	1280,00	Вапняно-цементний

Продовження таблиці 4.1

	штукатурення цегляних стін			розчин
4.3	Влаштування підлог (стяжка + лінолеум, керамічна плитка)	$м^2$	540,00	Залежно від типу приміщень

4.4 Обґрунтування та розрахунок складу комплексної бригади

Для зведення надземної частини двоповерхової адміністративної будівлі (12 х 24 м) та виконання всього комплексу загальнобудівельних робіт організується комплексна бригада робітників. Організація робіт у такій бригаді дозволяє суміщати професії, забезпечує безперервну роботу провідного будівельного механізму (автомобільного крана КС-3575А) та оптимізує використання робочого часу.

Чисельний та кваліфікаційний склад комплексної бригади, а також її окремих ланок, визначається на основі раніше розрахованих обсягів робіт (табл. 4.1), нормативної трудомісткості за збірниками РЕКН та планових термінів зведення об’єкта.

4.4.1 Розрахунок чисельного складу ланок за видами робіт

Загальна кількість робітників у кожній спеціалізованій ланці (R_i) розраховується за формулою:

$$R_i = \frac{T_i}{t_i \cdot \gamma} \quad (4.4)$$

де Ti - нормативна трудомісткість виконання конкретного виду робіт, люд.-год;

t_i - планова тривалість виконання процесу за графіком, год;

$\gamma = 1{,}05$ - плановий коефіцієнт перевиконання норм виробітку.

Виходячи з технологічних вимог та фронту робіт на захватках (будівля розділена на 2 захватки в межах осей 1–3 та 4–6), формуються такі

спеціалізовані ланки:

1. Ланка мулярів (мурування зовнішніх та внутрішніх стін):

Для забезпечення високого темпу кладки та паралельної роботи на двох захватках приймається ланка у складі 6 чоловік:

- Муляр 5 розряду - 1 чол. (ланковий, веде кладку кутів та пиляв);
- Муляр 4 розряду - 2 чол. (кладка зовнішньої версти);
- Муляр 3 розряду - 2 чол. (кладка внутрішньої версти та забутовка);
- Муляр 2 розряду - 1 чол. (подача цегли та розстилання розчину).

2. Ланка монтажників конструкцій (монтаж плит перекриття, покриття та перемичок):

Монтаж виконується безпосередньо в процесі зведення стін під керівництвом машиніста крана. Склад ланки монтажників становить 4 чоловік:

- Монтажник конструкцій 5 розряду - 1 чол. (керівник ланки, наведення та посадка плит);
- Монтажник конструкцій 4 розряду - 1 чол. (вивірення та рихтування);
- Монтажник-стропувальник 3 розряду - 2 чол. (стропування плит на приоб'єктному складі або «з коліс»).

3. Ланка теслярів-покрівельників (влаштування даху та бітумної черепиці):

Для монтажу кроквяної системи та укладання 340 $м^2$ покрівлі формується ланка з 4 чоловік:

- Покрівельник-тесляр 5 розряду -1 чол.;
- Покрівельник-тесляр 4 розряду - 1 чол.;
- Покрівельник 3 розряду - 2 чол.

4. Ланка штукатурів-оздоблювальників:

Для виконання внутрішнього штукатурення стін (1280$м^2$) та влаштування підлог приймається ланка з 4 чоловік:

- Штукатур-лицювальник 4 розряду - 2 чол.;

– Штукатур 3 розряду - 2 чол.

4.4.2 Підсумковий склад комплексної бригади

Усі ланки об’єднуються в одну комплексну бригаду під керівництвом бригадира (муляра чи монтажника 5 розряду). Під час виконання робіт робітники за потреби перерозподіляються між процесами.

Таблиця 4.2 – Склад комплексної бригади робітників

Назва спеціалізованої ланки за видами робіт	Професійний склад робітників	Кваліф. розряд	Кіл-ть робітн., чол.	Загальна кіл-ть у ланці, чол.
1. Ланка мулярів	Муляр	5	1	6
	Муляр	4	2	
	Муляр	3	2	
	Муляр	2	1	
2.Ланка монтажників	Монтажник конструкцій	5	1	4
	Монтажник конструкцій	4	1	
	Монтажник-стропувальник	3	2	
3.Ланка покрівельників	Тесляр-покрівельник	5	1	4
	Тесляр-покрівельник	4	1	
	Покрівельник	3	2	
4.Ланка оздоблювальників	Штукатур	4	2	4
	Штукатур	3	2	
РАЗОМ У БРИГАДІ:				18

Максимальна чисельність робітників комплексної бригади, що одночасно залучені на майданчику в пікову зміну (під час суміщення цегляної кладки та монтажних робіт ланками №1 та №2), становить 18 чоловік.

4.5 Проєктування будівельного генерального плану

Будівельний генеральний план (будгенплан) є одним із основних документів проєкту організації будівництва (ПОБ) та проєкту виконання робіт (ПВР). Він розробляється з метою раціонального взаємного розташування постійних (що зводяться) та тимчасових будівель, споруд, інженерних мереж, складських майданчиків, а також шляхів руху будівельного транспорту та зон роботи монтажних механізмів.

Проєктування приоб'єктного будгенплану для будівництва двоповерхової адміністративної будівлі в м. Запоріжжя виконано відповідно до вимог ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва». Організаційні рішення спрямовані на створення безпечних та належних санітарно-побутових умов для працюючих, мінімізацію витрат на влаштування тимчасових споруд та оптимізацію внутрішньомайданчикових логістичних процесів.

4.5.1 Розрахунок тимчасових будівельних споруд

Розрахунок площі тимчасових будівель (контор, гардеробних, душових, їдалень, сушилок, санвузлів) виконується на основі максимальної чисельності робітників, що одночасно перебувають на будівельному майданчику в найбільш завантажену зміну.

1. Визначення загальної чисельності персоналу ($N_{заг}$):

Виходячи з відомості обсягів робіт та розробленого календарного графіка, максимальна кількість робітників у пікову зміну становить R = 18 люд. (ланка мулярів та монтажників).

Загальний штат будівництва визначається за формулою:

$$Nзаг = (R + Nітр + Nслуж + Nмо) \cdot K \quad (4.5)$$

де Nітр = 0,05 · R = 0,05 · 18 = 0,9 люд. - інженерно-технічні працівники (1 виконроб);

Nслуж = 0,02 · R = 0,02 · 18 = 0,36 люд. - службовці (табельники, комірники);

Nмо = 0,01 · R = 0,01 · 18 = 0,18 люд. - молодший обслуговуючий персонал (охорона);

K = 1,05 - коефіцієнт, що враховує працівників, які перебувають у відпустках або відсутні через хворобу.

$$Nзаг = (18 + 1 + 0 + 1) \cdot 1,05 = 21 \text{ люд.}$$

2. Визначення чисельності окремих категорій працівників у найпотужнішу зміну:

Загальна кількість працюючих у зміну (Nзм): 18 + 1 + 1 = 20 люд.

Кількість робітників у зміну (Rзм): 18 люд.

Кількість жінок на майданчику (приймається нормативно як 30% від загальної кількості робітників): 18 · 0,3 = 5,4 ≈ 6 жін.

Кількість чоловіків: 18 - 6 = 12 чол.

3. Розрахунок необхідної площі тимчасових споруд.

Потреба в корисній площі тимчасових будівель визначається множенням питомої нормативної площі на одну людину (згідно з ДБН та ДСТУ) на розрахункову чисельність персоналу.

Прорабська (контора майстра):

$$Fнеоб = Nітр \cdot fнорм = 1 \cdot 4,0 = 4,0 \text{ м}^2 \quad (4.6)$$

Гардеробна з роздягальнею:

$$Fнеоб = Nзм \cdot f норм = 20 \cdot 0,9 = 18,0 \text{ м}^2 \quad (4.7)$$

Приміщення для відпочинку та приймання їжі:

$$Fнеоб = Rзм \cdot fнорм = 18 \cdot 1,0 = 18,0 \text{ м}^2 \quad (4.8)$$

Душова кімната:

$Fнеоб = Rзм \cdot 0,5 \cdot fнорм = 18 \cdot 0,5 \cdot 0,54 = 4,86 \text{ м}^2$

(де 0,5 - коефіцієнт користування душем від максимальної ланки).

Сушилка для робочого одягу:

$$Fнеоб = Rзм \cdot fнорм = 18 \cdot 0,2 = 3,6 \ м^2 \quad (4.9)$$

Тимчасовий санвузол (туалет):

$$Fнеоб = Nзм \cdot fнорм = 20 \cdot 0,1 = 2,0 \ м^2 \quad (4.10)$$

Підбір інвентарних мобільних будівель.

На основі розрахованих площ формуються та приймаються стандартні уніфіковані інвентарні залізничні або автомобільні блок-контейнери (вагончики побутового призначення розміром 3,0 х 6,0 м із корисною площею 18,0 м^2).

Таблиця 4.2 – Відомість тимчасових адміністративно-побутових будівель

Назва тимчасової споруди	Розрахункова площа, м^2	Прийнята марка / тип будівлі	Габаритні розміри, м	Кіл-ть, шт.	Фактична площа, м^2
Контора виконроба (прорабська) + Гардеробна ІТР	4,0	Блок-контейнер БК-01	3,0 х 6,0	1	18,0
Гардеробна для робітників з душовою кімнатою	22,86	Блок-контейнер БК-02 (здвоєний)	6,0 х 6,0	1	36,0
Приміщення для відпочинку, приймання їжі та сушилка	21,6	Блок-контейнер БК-03	3,0 х 6,0	1	18,0
Санвузол мобільного типу	2,0	Біотуалетна кабіна	1,2 х 1,2	2	2,88
УСЬОГО:	50,46			5	74,88

Фактична площа прийнятих мобільних інвентарних будівель (74,88 м^2) повністю покриває мінімальну нормативно розраховану потребу (50,46 м^2), що гарантує комфортні та безпечні умови для праці бригади на об’єкті.

4.5.2 Вимоги до майданчиків складування

Складування будівельних матеріалів, виробів та конструкцій на майданчику будівництва в м. Запоріжжя організовується у зоні дії монтажного крана відповідно до вимог ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва» та нормативних вимог з охорони праці.

Правильне розвантаження та розміщення матеріалів має забезпечувати їхнє збереження від пошкоджень, зволоження, а також виключати необхідність повторного переміщення (перевалки) перед подачею в зону монтажу.

1. Загальні вимоги до облаштування складської зони.

Майданчики складування повинні бути ретельно сплановані (з ухилом 1–2% для відведення поверхневих вод), очищені від сміття та ущільнені. За наявності слабких ґрунтів виконується підсипка з щебеню або піску.

Склади розташовують паралельно руху монтажного крана КС-3575А. Відстань від штабелів матеріалів до брівки котловану (виїмки) визначається розрахунком стійкості укосів і для супіщаних ґрунтів має становити не менше 1,0 м поза межами призми обвалення.

Між штабелями на майданчику передбачаються наскрізні проходи завширшки не менше 1,0 м, а між рядами штабелів - поздовжні зазори не менше 0,7 м.

Проходи та під’їзди до складів мають бути постійно вільними, не захаращуватися відходами матеріалів чи тарою. У нічний час зона складів повинна освітлюватися.

2. Правила складування основних конструкцій та матеріалів об’єкта.

Складування матеріалів, що увійшли до відомості обсягів робіт (табл. 4.1), виконується за такими технологічними правилами:

Збірні залізобетонні багатопустотні плити перекриття та покриття:

Плити складуються у горизонтальному положенні в штабелі за марками та типорозмірами. Висота одного штабеля не повинна перевищувати 2,5 м

(орієнтовно 10–12 плит у висоту).

Між плитами обов’язково вкладаються дерев’яні інвентарні прокладки (прямокутного перерізу завтовшки не менше 30 мм), які розташовують вертикально одна під одною на відстані 20–30 см від торців плити (у зонах розташування монтажних петель).

Нижня плита штабеля вкладається на дерев’яні підкладки завтовшки не менше 100 мм, укладені по вирівняній основі.

Стінові матеріали (керамічна цегла): цегла, що надходить на майданчик на піддонах, складується в один або два яруси за висотою. Цегла, що розвантажується без піддонів пакетним способом, вкладається у штабелі заввишки до 1,5 м із влаштуванням правильної перев’язки для запобігання розсипанню.

Особливу увагу приділяють захисту лицьової цегли від намокання - штабелі вкриваються брезентом або поліетиленовою плівкою.

Збірні залізобетонні перемички:

Перемички (серія 1.038.1-1) складуються в штабелі висотою до 1,5 м у горизонтальному положенні, монтажними петлями догори.

Між рядами перемичок вкладаються дерев’яні прокладки завтовшки не менше 25 мм.

Пиломатеріали та елементи кроквяної системи даху:

Бруси та дошки для крокв складуються у штабелі на підкладках, що забезпечують повітряний зазор від землі не менше 15 см.

Висота штабеля пиломатеріалів при рядовому укладанні не повинна перевищувати половини його ширини, і бути не більшою за 2,0 м. Склад пиломатеріалів захищається від атмосферних опадів інвентарними навісами або плівкою.

Покрівельні матеріали (бітумна черепиця, плити OSB-3): пачки з бітумною черепицею складуються виключно на піддонах у закритих сухих приміщеннях (або під надійними тентами) у вертикальному або горизонтальному положенні (згідно з інструкцією заводу-виробника),

захищаючи від прямого сонячного проміння для уникнення спікання клейового шару.

Плити OSB-3 вкладаються плазом у горизонтальні штабелі на дерев'яні бруски-підкладки для запобігання деформації та розшаруванню від вологи.

3. Контроль зберігання та приймання матеріалів

Усі матеріали, що надходять на приоб'єктний склад адміністративної будівлі, проходять обов'язковий вхідний контроль. Виконроб або комірник перевіряє наявність паспортів якості, сертифікатів відповідності (особливо для залізобетонних плит та цегли) та візуально оцінює вироби на відсутність тріщин, околів або порушень геометрії. Вироби з дефектами складуються в окремо відведеній зоні малого браку і до монтажу не допускаються.

4.5.3 Проєктування тимчасового електропостачання

Тимчасове електропостачання будівельного майданчика запроєктовано для забезпечення живлення силових споживачів (будівельних машин і механізмів), виконання технологічних процесів, а також для внутрішнього та зовнішнього освітлення робочих зон і тимчасових інвентарних будівель.

Розрахунок максимальної споживаної потужності трансформатора (Ртр, кВ·А) виконується за формулою:

$$P_{\text{тр}} = \alpha \cdot \left(\sum \frac{\text{P}_\text{с}}{cos\varphi} \cdot \text{К}_1 + \sum \text{P}_{\text{тех}} \cdot \text{К}_2 + \sum \text{P}_{\text{ов}} \cdot \text{К}_3 + \sum \text{P}_{\text{оз}} \cdot \text{К}_4 \right) \quad (4.11)$$

де α = 1,05 - коефіцієнт, що враховує втрати в мережі;

Рс - сумарна потужність силових споживачів (електродвигунів), кВт;

Ртех - потужність пристроїв для технологічних потреб, кВт;

Ров - потужність пристроїв внутрішнього освітлення, кВт;

Роз - потужність пристроїв зовнішнього освітлення, кВт;

К1, К2, К3, К4 - коефіцієнти одночасності роботи споживачів;

cosφ = 0,75 - коефіцієнт потужності для будівельних механізмів.

Збір потужностей споживачів:

Силові споживачі (Рс): розчинна установка/бетонозмішувач (5 кВт), ручний механізований інструмент (3 кВт), зварювальний трансформатор (15 кВт), електротрамбовки ІЕ-4502 (2 х 1,5 кВт = 3 кВт). Сумарна Рс = 26 кВт (К1 = 0,6).

Технологічні потреби (Ртех): ТВО/пропарювання не передбачено на майданчику (вироби готові), теплова обробка йде на заводі. Приймаємо електроінструмент оздоблювальників: Ртех = 4 кВт (К2 = 0,4).

Внутрішнє освітлення побутівок (Ров): із розрахунку 10 Вт/м^2 для площі 75 м^2: Ров = 0,75 кВт (К3 = 0,8).

Зовнішнє освітлення майданчика (Роз): прожектори по периметру огородження та складів: Роз = 3,5 кВт (К4 = 1,0).

2. Розрахунок загальної потужності:

$$Ртр = 1,05 \cdot (26/\ 0,75 \cdot 0,6 + 4 \cdot 0,4 + 0,75 \cdot 0,8 + 3,5 \cdot 1,0) \quad (4.12)$$

$$Ртр = 1,05 \cdot (\ 20,8 + 1,6 + 0,6 + 3,5) = 1,05 \cdot 26,5 = 27,83\ кВ \cdot А$$

Висновок: Для забезпечення потреб будівельного майданчика адміністративної будівлі приймається пересувна комплектна трансформаторна підстанція КТП-40/10 потужністю 40 кВ·А, що повністю перекриває розрахункову потребу (27,83 кВ·А). Джерело підключення - найближча діюча лінія електропередач за погодженням з енергогосподарством.

4.5.4 Проєктування тимчасового водопостачання

Тимчасове водопостачання організовується для задоволення виробничих потреб (приготування розчинів, поливання бетону), господарсько-питних потреб персоналу та забезпечення пожежної безпеки об’єкта.

Загальна розрахункова витрата води (Qзаг, л/с) визначається за формулою:

$$Qзаг = Qвир + Qгосп + Qпож \quad (4.13)$$

1. Виробничі витрати (Qвир):

Визначаються за змінним об’ємом споживання на технологічні процеси (догляд за цегляною кладкою, замонолічування швів плит розчином):

$$Q_{\text{вир}} = \frac{1{,}2 \cdot V_1 \cdot q_1 \cdot K_1}{8 \cdot 3600} = \frac{1{,}2 \cdot 5 \cdot 300 \cdot 1{,}5}{28800} = 0{,}09 \text{ л/с} \quad (4.14)$$

де V1 = 5 м^3 - максимальний змінний об’єм розчину/бетону;

q1 = 300 л - норма витрат води на 1м^3.

2. Господарсько-питні витрати (Qгосп): розраховуються на максимальну зміну (20 осіб) з урахуванням роботи душових установок:

$$Q_{\text{госп}} = \frac{N_{\text{зм}} \cdot q_2 \cdot K_2}{8 \cdot 3600} + \frac{N_{\text{душ}} \cdot q_3}{60 \cdot 60} = \frac{20 \cdot 15 \cdot 2{,}5}{28800} + \frac{6 \cdot 40}{3600} = 0{,}093 \text{ л/с} \quad (4.15)$$

де q2 = 15 л - норма на 1 працівника за зміну;

q3 = 40 л - витрата води на одне миття;

Nдуш = 6 - кількість людей, що миються в піковий період.

3. Витрати води на пожежогасіння (Qпож):

Згідно з протипожежними нормами для громадських будівель будівельним об’ємом до 5000 м^3, мінімальна витрата води на гасіння зовнішньої пожежі приймається нормативно:

Qпож = 10,0 л/с

4. Загальна витрата води та підбір діаметра труби:

Оскільки витрати на пожежогасіння значно перевищують сумарні виробничі та побутові потреби (Qпож > Qвир + Qгосп), загальний розрахунковий потік приймається з умов пожежогасіння:

Qзаг = 10,0 л/с

Діаметр тимчасового водопроводу (d, мм) розраховується за формулою:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{заг}} \cdot 1000}{\pi \cdot \upsilon}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10 \cdot 1000}{3.14 \cdot 1.5}} = \sqrt{8492{,}5} \approx 92 \text{ мм} \quad (4.16)$$

де v = 1,5 м/с - економічна швидкість руху води в сталевих або пластикових трубах.

Висновок: Відповідно до розрахунку, для влаштування тимчасового приоб’єктного водопроводу приймаються сталеві або поліетиленові труби стандартного діаметра d = 100 мм. Тимчасова мережа підключається до

міського водопроводу закладу освіти з обов’язковим влаштуванням колодязя та пожежного гідранта на території майданчика.

4.5.5 Визначення техніко-економічних показників будгенплану

До основних ТЕП будгенплану адміністративної будівлі належать:

1. Загальна площа будівельного майданчика (Sмай, м^2):

Визначається в межах тимчасового інвентарного огородження. За геометричними замірами будгенплану площа території складає:

$$S_{май} = 1850 \text{ м}^2$$

2. Площа забудови постійних споруд (Sзаб, м^2):

Площа, яку займає коробка адміністративної будівлі по зовнішньому контуру стін (12,48 х 24,48 м з урахуванням цегляної кладки та системи утеплення):

$$S_{заб} = 305,5 \text{ м}^2$$

3. Коефіцієнт забудови будівельного майданчика (К1):

Показує співвідношення площі постійної будівлі до загальної території:

$$K1 = S_{заб} / S_{май} = 305,5 / 1850 = 0,165 \ (16,5\%)$$

4. Загальна площа тимчасових будівель і споруд (Sтим, м^2):

Фактична сумарна площа всіх прийнятих інвентарних побутових вагончиків та біотуалетів (згідно з табл. 4.2):

$$S_{тим} = 74,88 \text{ м}^2$$

5. Коефіцієнт використання площі майданчика під тимчасові споруди (К2):

$$K2 = S_{тим} / S_{май} = 74,88/1850 = 0,04 \ (4,0\ \%) \qquad (4.17)$$

6. Площа відкритих складських майданчиків (Sскл, м^2):

Сумарна площа зон для складування залізобетонних плит перекриття, цегли на піддонах та пиломатеріалів у радіусі дії стріли крана:

$$S_{скл} = 145,0 \text{ м}^2$$

7. Площа тимчасових автомобільних доріг та проїздів (Sдор, м^2):

Розраховується для забезпечення односмугового руху та розворотних

майданчиків для КрАЗів і автокрана:

$$Sдор = 280,0 \ м^2$$

8. Загальний коефіцієнт використання території будівельного майданчика (Квик): визначає доцільність та щільність розташування всіх об’єктів (постійних, тимчасових, складів та доріг) на виділеній ділянці:

$$Квик = (Sзаб + Sтим + Sскл + Sдор) / Sмай \quad (4.18)$$

Квик = (305,5 + 74,88 + 145,0 + 280,0) / 1850 = 0,435 (43,5%)

Отриманий коефіцієнт використання території (43,5) відповідає нормативним вимогам для громадського будівництва у стислих умовах міської забудови. Це свідчить про високу компактність приоб’єктного будгенплану, мінімальну протяжність тимчасових інженерних мереж та відсутність зайвих (нераціональних) зон.

5 ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА

5.1 Загальні положення та нормативно-методична база ціноутворення

Економічний розділ присвячений визначенню вартості будівництва двоповерхової адміністративної будівлі в м. Запоріжжя. На сучасному етапі розвитку будівельного комплексу України визначення вартості здійснюється на етапі проєктування для встановлення загального обсягу інвестицій та ефективного управління фінансовими ресурсами.

Розрахунок вартості виконано у відповідності до чинної нормативно-методичної бази ціноутворення в будівництві України, а саме керуючись:

- Настановою з визначення вартості будівництва, затвердженою Наказом Міністерства розвитку громад та територій України;
- Чинними Ресурсними елементними кошторисними нормами (РЕКН) на будівельні, монтажні та оздоблювальні роботи;
- Поточними цінами на ринку будівельних матеріалів, конструкцій та послуг механізації в Запорізькому регіоні станом на 2026 рік.

5.2 Локальний кошторис

Форма № 1

,,,

Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-1

на ,,,

,,,

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість	32320,043	тис. грн.
Кошторисна трудомісткість	35,767	тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата	790,473	тис. грн.
Середній розряд робіт	4,1	розряд

Складений в поточних цінах станом на “10 червня” 2026 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
					заробітної плати	в тому числі заробітної плати			в тому числі заробітної плати	тих, що обслуговують машини	
										на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		А. Підземна частина									
		Розділ 1. Земляні роботи									
1	Е1-25-6	Розроблення грунту бульдозерами потужністю 121 кВт [165 к.с.] з переміщенням грунту до 10 м, група грунтів 2	1000м3	0,96	1402,09 -	1402,09 212,93	1346	-	1346 204	- 10,3853	- 9,97
2	Е1-11-2	Розроблення грунту у відвал екскаваторами "драглайн" або "зворотна лопата" з ковшом місткістю 2,5 [1,5-3] м3, група грунтів 2	1000м3	0,109	2330,44 168,68	2161,76 741,88	254	18	236 81	8,79 38,5789	0,96 4,21

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	Е1-17-14	Розроблення грунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди екскаваторами одноковшовими дизельними на гусеничному ходу з ковшом місткістю 0,5 [0, 5-0,63] м3, група грунтів 2	1000м3	0,109	8864,48 371,94	8484,42 1904,02	966	41	925 208	22,1 91,5654	2,41 9,98
4	Е1-27-2	Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 59 кВт [80 к.с.] з переміщенням грунту до 5 м, група грунтів 2	1000м3	0,109	1501,66 -	1501,66 326,33	164	-	164 36	- 17,673	- 1,93
		Разом прямі витрати по розділу 1					2730	59	2671 529		3,37 26,09
		Разом будівельні роботи, грн.					2730				
		в тому числі:									
		всього заробітна плата, грн.					588				
		Загальновиробничі витрати, грн.					432				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					2,89				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					93				
		Всього будівельні роботи, грн.					**3162**				
		Всього по розділу 1					**3162**				
		Розділ 2. Фундаменти									
5	Е6-1-1	Улаштування бетонної підготовки	100м3	0,703	69945,46 3294,47	1898,95 520,67	49172	2316	1335 366	195,75 25,4989	137,61 17,93
6	ЕД6-50-16	Збирання і розбирання дерев'яної щитової опалубки з щитів опалубки площею до 1 м2 для улаштування фундаментів стрічкових, шириною, мм понад 500 до 600	100м3	13	12975,35 6682,53	350,41 109,12	168680	86873	4555 1419	348,23 5,8293	4526,99 75,78
7	*ЕД6-63-21*	*Встановлення арматури окремими стрижнями із в'язанням вузлів в колони і стійки рам з хомутами простої форми, діаметр арматури, мм понад 8 до 12*	*т*	*5*	*8849,88* *660,52*	*76,81* *25,44*	*44249*	*3303*	*384* *127*	*32,41* *1,517*	*162,05* *7,59*
8	*ЕД6-66-23*	*Укладання бетонної суміші в конструкції бетононасосами. Стіни і перегородки*	*100м3*	*0,845*	*1578040,34*	*5327,40* *1362,92*	*1333444*	*2036*	*4502* *1152*	*124* *64,48*	*104,78* *54,49*

		прямолінійні, товщина, мм, понад 300			*2409,32*						

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Разом прямі витрати по розділу 2					1595545	94528	10776 3064		4931,43 155,79
		Разом будівельні роботи, грн.					1595545				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					1490241				
		всього заробітна плата, грн.					97592				
		Загальновиробничі витрати, грн.					80900				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					610,46				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					19736				
		Всього будівельні роботи, грн.					**1676445**				
		Всього по розділу 2					**1676445**				
		Б. Надземна частина									
		Розділ 1. Каркас									
9	*Е8-6-1*	*Мурування зовнішніх простих стін з цегли керамічної при висоті поверху до 4 м*	*м3*	*198,1*	*4219,05* *139,31*	*71,31* *23,04*	*835794*	*27597*	*14127* *4564*	*7,17* *1,3039*	*1420,38* *258,3*
10	*Е8-7-5*	*Мурування перегородок неармованих з цегли керамічної товщиною в 1/2 цегли при висоті поверху до 4 м*	*100м2*	*1,524*	*57023,79* *3850,37*	*728,47* *234,48*	*86904*	*5868*	*1110* *357*	*191,18* *13,3468*	*291,36* *20,34*
11	*Е7-44-10*	*Укладання перемичок масою до 0,3 т*	*100шт*	*0,48*	*1643,90* *406,88*	*1114,55* *357,88*	*789*	*195*	*535* *172*	*21,46* *20,4483*	*10,3* *9,82*
12	& К582811-150-111	Перемички з/б марки ЗПП13-37	шт	48	9388,07 -	- -	450627	-	- -	- -	- -
13	*Е7-45-6*	*Укладання панелей перекриття з обпиранням на дві сторони площею до 10 м2 [для будівництва в районах із сейсмічністю до 6 балів]*	*100шт*	*0,32*	*20277,85* *6850,19*	*6657,14* *2053,88*	*6489*	*2192*	*2130* *657*	*332,05* *118,254*	*106,26* *37,84*
14	К584211-2020	Панелі перекриття з/б багатопустотні марки ПК42.15-8Т серія 1.141-1 вип.60	шт	32	16431,55 -	- -	525810	-	- -	- -	- -
15	*Е7-45-7*	*Укладання панелей покриття ребристих площею до 5 м2 [для будівництва в районах із сейсмічністю до 6 балів]*	*100шт*	*0,32*	*6629,98* *2605,44*	*3718,95* *1186,55*	*2122*	*834*	*1190* *380*	*132,39* *66,85*	*42,36* *21,39*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
16	& К584211-	Панелі покриття з/б багатопустотні марки	шт	32	18471,55 -	- -	591090	-	- -	- -	- -

	2020-1	ПК42.15-8Т серія 1.141-1 вип.60									
17	Е7-47-2	*Установлення сходових площадок масою більше 1 т*	100шт	0,03	14885,46 6921,11	7501,99 2426,77	447	208	225 73	343,65 134,2889	10,31 4,03
18	& К589121-М062-111	Сходові площадки залізобетонні марки 2СП30.12-4- к	шт	3	6694,67 -	- -	20084	-	- -	- -	- -
19	Е7-47-4	*Установлення сходових маршів без зварювання масою більше 1 т*	100шт	0,02	13501,91 6277,92	6925,16 2277,25	270	126	139 46	319 125,3406	6,38 2,51
20	& К589121-2544-333	Сходові марші залізобетонні марки ЛМ 27.12.14-4	шт	2	15419,75 -	- -	30840	-	- -	- -	- -
		Разом прямі витрати по розділу 1					2551266	37020	19456 6249		1887,35 354,23
		Разом будівельні роботи, грн.					2551266				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					2494790				
		всього заробітна плата, грн.					43269				
		Загальновиробничі витрати, грн.					35753				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					268,98				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					8697				
		Всього будівельні роботи, грн.					**2587019**				
		_ _									
		Всього по розділу 1					**2587019**				
		Розділ 2. Покрівля									
21	& Е7-12-2-1	*Установлення в двохповерхових будівлях кроквяних балок прогоном до 6 м, масою до 3 т, при довжині плит покриття до 6 м, при висоті будівель до 35 м*	м3	14,2	81287,48 19084,03	23117,40 6128,83	1154282	270993	328267 87029	862,75 308,3708	12251,05 4378,87
22	Е12-18-5	*Утеплення покриттів плитами з легких [ніздрюватих] бетонів або фіброліту насухо*	100м2	3,4	848312,38 844,67	358,63 106,21	2884262	2872	1219 361	47,4 5,5893	161,16 19

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
23	Е12-20-3	Улаштування пароізоляції прокладної в один шар	100м2	3,4	1416,94 215,89	25,63 7,50	4818	734	87 26	10,97 0,4017	37,3 1,37
24	& Е12-11-1-222	*Улаштування покрівель із бітумної черепиці*	100м2	3,4	15236,94 2395,01	156,17 46,04	51806	8143	531 157	129,6 2,4214	440,64 8,23
		Разом прямі витрати по розділу 2					4095168	282742	330104		12890,15

									87573		4407,47
		Разом будівельні роботи, грн.					4095168				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					3482322				
		всього заробітна плата, грн.					370315				
		Загальновиробничі витрати, грн.					290581				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					2075,71				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					67107				
		Всього будівельні роботи, грн.					**4385749**				
		Всього по розділу 2					**4385749**				
		Розділ 3. Прорізи									
25	*& ЕН10-20-3-1*	*Заповнення металопластикових віконних прорізів готовими блоками площею до 3 м2 в кам'яних стінах житлових і громадських будівель*	*100м2*	*1,12*	*7255698,38* *2437,03*	*161,32* *95,58*	*8126382*	*2729*	*181* *107*	*113,35* *5,3966*	*126,95* *6,04*
26	*ЕН10-28-3*	*Заповнення дверних прорізів готовими дверними блоками площею більше 3 м2 з металлопластику у кам'яних стінах*	*100м2*	*0,4536*	*5099829,69* *1220,35*	*876,92* *219,54*	*2313283*	*554*	*398* *100*	*59,88* *10,23*	*27,16* *4,64*
		Разом прямі витрати по розділу 3					10439665	3283	579 207		154,11 10,68
		Разом будівельні роботи, грн.					10439665				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					10435803				
		всього заробітна плата, грн.					3490				
		Загальновиробничі витрати, грн.					2752				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					19,78				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					639				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Всього будівельні роботи, грн.					**10442417**				
		Всього по розділу 3					**10442417**				
		Розділ 4. Оздоблювальні роботи									
27	*& ЕН15-36-1-1*	*Грунтування Ceresit CT17 розчином по каменю стін механізованим способом*	*100м2*	*12,8*	*30702,14* *1708,33*	*73,61* *53,82*	*392987*	*21867*	*942* *689*	*77,23* *3,7044*	*988,54* *47,42*
28	*ЕН11-9-1*	*Улаштування тепло- і звукоізоляції суцільної з плит або мат мінераловатних або скловолокнистих*	*100м2*	*12,8*	*839518,23* *629,05*	*4,46* *3,82*	*10745833*	*8052*	*57* *49*	*32,78* *0,222*	*419,58* *2,84*
29	*& ЕН15-40-*	*Високоякісне штукатурення*	*100м2*	*12,8*	*33149,25* *5518,87*	*42,33* *31,84*	*424310*	*70642*	*542* *408*	*235,95* *2,1264*	*3020,16* *27,22*

	1-1	*декоративним розчином Ceresit CT60*									
30	& ЕН11-11-1-1	Улаштування стяжок цементнио-піщаних товщиною 20 мм	100м2	5,4	4514,16 1039,50	20,73 17,76	24376	5613	112 96	56,25 1,0323	303,75 5,57
31	*ЕН11-39-2*	*Улаштування покриттів з лінолеуму полівінілхлоридного на клеї КН-2*	*100м2*	*5,4*	*262356,66* *1097,95*	*1,34* *1,15*	*1416726*	*5929*	*7* *6*	*55,79* *0,0666*	*301,27* *0,36*
32	& Е8-4-1-4	Гідроізоляція підлог	100м2	5,4	2546,47 1187,88	85,56 26,65	13751	6415	462 144	60,36 1,596	325,94 8,62
33	ЕН15-23-3	Гладке облицювання плитками керамічними глазурованими стін, стовпів, пілястрів і укосів [без карнизних, плінтусних і кутових плиток] з установленням плиток туалетної гарнітури по цеглі і бетону	100м2	5,4	17872,73 6826,45	10,13 6,85	96513	36863	55 37	338,95 0,3997	1830,33 2,16
		Разом прямі витрати по розділу 4					13114496	155381	2177 1429		7189,57 94,19
		Разом будівельні роботи, грн.					13114496				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					12956938				
		всього заробітна плата, грн.					156810				
		Загальновиробничі витрати, грн.					110754				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					684,75				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					22137				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Всього будівельні роботи, грн.					**13225250**				
		Всього по розділу 4					**13225250**				
		Разом прямі витрати по надземній частині					30200595	478426	352316 95458		22121,18 4866,57
		Разом будівельні роботи, грн.					30200595				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					29369853				
		всього заробітна плата, грн.					573884				
		Загальновиробничі витрати, грн.					439841				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					3049,22				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					98580				
		Всього будівельні роботи, грн.					**30640436**				
		Всього по надземній частині					**30640436**				
		Разом прямі витрати по кошторису					31798870	573013	365763 99051		27055,98 5048,45
		Разом будівельні роботи, грн.					31798870				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					30860094				
		всього заробітна плата, грн.					672064				
		Загальновиробничі витрати, грн.					521173				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					3662,57				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					118409				

		Всього будівельні роботи, грн.	32320043					
		_ _						
		Всього по кошторису	32320043					
		Кошторисна трудомісткість, люд.год.	35767					
		Кошторисна заробітна плата, грн.	790473					

Склав ____ .
[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив ____ Арутюнян І.А.
[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

5.3 Техніко-економічні показники

Таблиця 5.2 - Техніко-економічні показники об’єкта

№	Показники	Од. вим.	Кількість
1	Тривалість будівництва об’єкта	дні / міс.	285 / 9,5
2	Кошторисна вартість виконання будівельних робіт	тис. грн.	32320,043
3	Кошторисна трудомісткість	тис. люд.-год.	35,767
4	Кошторисна заробітна плата	тис. грн.	790,473
5	Питома вартість 1 м³ будівельного об’єму	грн.	6 426,48
6	Питома вартість 1 м² загальної площі	грн.	27 205,42
7	Денний виробіток одного робітника	грн / люд.-день	7 229,02

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.2.2-9:2018. Будинки і споруди. Громадські будинки. Основні положення. [Чинний від 2019-09-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2019. 48 с.

2. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. [Чинний від 2019-04-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018. 53 с.

3. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція будівель. [Чинний від 2022-09-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2021. 74 с.

4. ДБН В.2.6-220:2022. Покрівлі будівель і споруд. Проектування. [Чинний від 2023-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2022. 62 с.

5. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. [Чинний від 2016-09-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2016. 51 с.

6. ДБН В.2.1-10:2018. Основи та фундаменти будівель і споруд. Основні положення. [Чинний від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018. 46 с.

7. НПАОП 45.2-7.02-12. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. (ДБН А.3.2-2-2009, IDT). [Чинний від 2013-01-01]. Київ : Мінрегіон України, 2012. 94 с.

8. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. [Чинний від 2011-11-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 123 с.

9. ДСТУ 9243.4:2023. Система проєктної документації для будівництва. Основні вимоги до проєктної документації. [Чинний від 2024-04-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2023. 59 с.

10. ДСТУ Б А.3.1-22:2013. Визачення тривалості будівництва об’єктів. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2014. 25 с.

11. ДСТУ EN 771-1:2023. Специфікація стінових виробів. Частина 1. Цегла керамічна стінова (EN 771-1:2011+A1:2015, IDT). [Чинний від 2024-01-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2023. 48 с.

12. ДСТУ 3760:2019. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови. [Чинний від 2020-01-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 31 с.

13. ДСТУ 8855:2019. Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності). [Чинний від 2019-12-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 15 с.

14. ДСТУ EN 13162:2023. Теплоізоляційні вироби для будівель. Промислові вироби з мінеральної вати (MW). Технічні умови (EN 13162:2012+A1:2015, IDT). [Чинний від 2024-01-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2023. 52 с.

15. ДСТУ EN 438-7:2019. Панелі на основі деревини для внутрішнього та зовнішнього лицювання. Технічні умови. [Чинний від 2020-01-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 28 с.

16. ДСТУ EN 544:2019. Черепиця бітумна. Специфікація на продукцію та методи випробувань. [Чинний від 2020-01-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 34 с.

17. ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015. Настанова з виконання робіт при зведенні монолітних бетонних і залізобетонних конструкцій. [Чинний від 2016-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2015. 48 с.

18. Настанова з визначення вартості будівництва. Затверджена Наказом Міністерства розвитку громад та територій України № 281. [Зі змінами та доповненнями станом на 2024–2026 рр.]. Київ : Мінрегіон України, 2021. 112 с.

19. Снісаренко В. І., Корнієнко М. В. Проектування та влаштування основ будівель на просадних ґрунтах : Навчальний посібник. Київ : Сталь, 2019. 312 с.

20. Черненко В. К., Снісаренко О. С. Технологія будівельного виробництва : Підручник. Київ : Каравела, 2021. 432 с.

21. Тугай О. А., Шарапа С. П. Організація будівельного виробництва : Навчальний посібник. Київ : Світ знань, 2020. 368 с.