

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ БУДІВНИЦТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЮ
ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

**КАФЕДРА МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА ТА ІНЖЕНЕРІЇ КОМПОЗИТНИХ
КОНСТРУКЦІЙ**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

ЗВЕДЕННЯ ОФІСНОЇ СПОРУДИ У МІСТІ ЧЕРКАСИ

Виконав:

студент групи ПЦБ 2022-1

Спеціальності – 192 «Будівництво та цивільна
інженерія»

Освітня програма – Промислове і цивільне
будівництво



Віктор НІКОЛАЄНКО

Керівник

к. т. н., доцент



Світлана ШАПОВАЛ

Рецензент

к. т. н., доцент



Анна ЖИГЛО

Харків
2026

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ БУДІВНИЦТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЮ
ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

Кафедра матеріалознавства та інженерії композитних конструкцій

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр
Спеціальності – 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
Освітня програма – Промислове і цивільне будівництво

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри МІКК
проф. Кондратьєв А. В.
26 травня 2026 року

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

НІКОЛАЄНКО ВІКТОРУ

1. Тема роботи: **Зведення офісної споруди у місті Черкаси**
керівник роботи доцент, к. т. н. Шаповал Світлана Володимирівна, кафедра матеріалознавства та інженерії композитних конструкцій
затверджені наказом ВНЗ від 26 травня 2026 року № 447-03
2. Строк подання студентом виконаної роботи на кафедру : 19 червня 2026 р.
3. Вихідні дані до роботи: *ситуаційний план, геологічні умови, основні вимоги до несучих конструкцій, архітектурно-планувальне рішення споруди*
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: *архітектурно-будівельні рішення, розрахунок і проектування фундаменту і плити перекриття, розробка технологічної карти на зведення стін, заходи з охорони праці*
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): *фасад, розріз, план першого і типового поверхів; конструктивне рішення фундаменту будівлі; робочі креслення колони; технологічна карта на кам'яну кладку стін*

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		
		завдання видав	завдання прийняв	
1. Архітектурно-будівельна частина	Мороз Н. В., ст. викл.			
2. Розрахунково-конструктивна частина	Розрахунок підземної частини об'єкту	Гаврилюк О. В. ст. викл.		
	Розрахунок надземної частини об'єкту	Набока Е. В., доц.		
3. Технологічні рішення та організація будівництва	Братішко С. М.			
4. Охорона праці	Косенко Н. О.			
Нормоконтроль	Шаповал С. В., доц.			

7. Дата видачі завдання: 26 травня 2026 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів бакалаврської роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1	Архітектурно-будівельний розділ	25.05.2026 – 31.05.2026	виконано
2	Розрахунково-конструктивний розділ	31.05.2026 – 05.06.2026	виконано
3	Технологія будівельного виробництва	06.06.2026 – 11.06.2026	виконано
4	Охорона праці	07.06.2026 – 14.06.2026	виконано
5	Нормоконтроль	15.06.2026 – 19.06.2026	виконано

Студент



Віктор НІКОЛАЄНКО

Керівник роботи



Світлана ШАПОВАЛ

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА.....	7
1.1 Загальна характеристика району будівництва і об'єкту.....	7
1.1.1 Кліматичні умови.....	7
1.1.2 Характеристика ділянки.....	9
1.2 Проектування генерального плану району будівництва.....	10
1.3 Об'ємно-планувальні рішення будівлі.....	10
1.4 Конструктивні рішення будівлі.....	14
1.5 Зовнішні інженерні мережі.....	14
1.6 Внутрішнє інженерне обладнання.....	14
1.7 Протипожежні заходи	17
1.8 Заходи щодо охорони навколишнього середовища.....	18
2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ.....	19
2.1 Розрахунок і проектування фундаменту.....	19
2.1.1 Визначення фізико-механічних характеристик ґрунтів.....	24
2.1.2 Гідрогеологічні умови.....	28
2.1.3 Прогноз зміни інженерно-геологічних умов.....	30
2.1.4 Проектування фундаменту.....	27
2.1.5 Вибір глибини закладання фундаментів.....	30
2.1.6 Розрахунок осідань фундаментів.....	31
2.2 Розрахунок збірної бетонної плити.....	34
2.2.1 Збір навантажень на 1 м ² покриття.....	34
2.2.2 Розрахунок плити.....	35
2.2.3 Статичний розрахунок плити.....	36
2.2.4 Розрахунок міцності нормального перерізу.....	36
2.2.5 Розрахунок міцності похилого перерізу плити.....	37

3 ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА НА МУРУВАЛЬНІ

ТА МОНТАЖНІ РОБОТИ 39

3.1 Область застосування карти..... 39

3.2 Організація і технологія виконання робіт..... 39

3.3 Визначення обсягів робіт..... 43

3.4 Калькуляція витрат праці 44

3.5 Вибір монтажних кранів за технічними параметрами 46

3.6 Підбір механізмів, пристосувань та інструменту 47

3.7 Вимоги до якості і приймання кам'яних і монтажних робіт..... 49

3.8 Заходи із забезпечення охорони праці..... 51

4 ОХОРОНА ПРАЦІ..... 53

4.1 Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні..... 53

4.2 Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек 54

4.3 Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на об'єкті проектування 55

4.4 Розробка організаційно-технічних, архітектурно-планувальних заходів, спрямованих на покращення умов праці на об'єкті проектування..... 58

Висновки..... 61

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... 62

ВСТУП

Розвиток зведення офісних будівель тісно пов'язаний з еволюцією адміністративних функцій у суспільстві. Активне будівництво офісних центрів в Україні розпочалося після отримання незалежності в 1991 р., коли почав розвиватися приватний сектор економіки. Останнім часом у галузі цивільного будівництва спостерігається затребуваність в офісних спорудах, особливо це актуально у містах із зростаючою діловою активністю, наприклад, у Черкасах. Перед проєктувальниками стоїть завдання створити робочі приміщення, застосувати сучасні технології, енергоефективні рішення, забезпечити безпечні умови експлуатації відповідно до норм містобудування. Будівництво сучасного офісу з використанням нових теплотехнічних характеристик стінових конструкцій та енергозберігаючих технологій дозволяє значно знизити експлуатаційні витрати. Найважливішим аспектом будівництва у сучасних умовах є наявність обладнаних укриттів, резервних джерел електропостачання (генератори), систем водозабезпечення та сучасних систем безпеки. Необхідність розміщення компаній, що перемістилися з окупованих територій, стимулює попит на нові офісні площі. Ринок потребує офісів класу «А» та «В», які забезпечують гнучке планування (open space), розвинену інфраструктуру (паркінг, зони відпочинку) та зручне розташування. Будівництво нових офісів залучає інвестиції, створює робочі місця та покращує діловий імідж міста чи регіону. Процес будівництва офісів часто супроводжується покращенням міської інфраструктури. Це може включати розвиток транспортних шляхів, поліпшення освітлення і благоустрій прилеглих територій. Такі покращення підвищують якість життя у місті та сприяють його подальшому розвитку.

РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Загальна характеристика району будівництва

1.1.1 Кліматичні умови

Місто Черкаси розташоване на високому правому березі річки Дніпра, зокрема, створеного в його середній течії Кременчуцького водосховища, через яке збудовано міст-дамбу.

Загалом клімат міста є помірним континентальним із м'якою зимою і теплим літом [1]. На особливості мікроклімату впливає розташування Черкас поблизу великої водойми.

Середньорічна температура повітря в місті становить $+7,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, мінімальна вона у січні ($-5,9\text{ }^{\circ}\text{C}$), максимальна – у липні ($+19,8\text{ }^{\circ}\text{C}$). Найнижча пересічна температура повітря зафіксована в січні 1963 року ($-16,6\text{ }^{\circ}\text{C}$), найвища ($+1,6\text{ }^{\circ}\text{C}$) – у 2007 році. Такі ж піки для липня становлять відповідно – найнижчий $+17,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ (1978 і 1979 роки), а найвищий $+25,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ (1936). Абсолютний мінімум температури повітря в Черкасах було зафіксовано в січні 1935 року і він склав $-35,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, тоді як абсолютний максимум $+37,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ – 30 липня 1936 року [1] та $+38\text{ }^{\circ}\text{C}$ – 7 липня 2012 року.

У середньому за рік у Черкасах випадає 517 мм атмосферних опадів, найменше – у березні та жовтні, найбільше – у липні. Мінімальна річна кількість опадів – 303 мм – спостерігалась у 1975 році, а максимальна – 948 мм – у 1952 році. Максимальну ж кількість опадів – 121 мм – протягом однієї доби було зафіксовано 3 серпня 1959 року. Пересічна кількість днів із опадами в місті – 135 (найбільша їх кількість припадає на грудень), крім того, взимку в Черкасах зазвичай випадає сніг, однак значної висоти снігового покриву не буває майже ніколи [1].

Відносна вологість повітря в середньому за рік становить 76 %, мінімальна вона у травні (64 %), максимальна ж – у грудні (87 %). У Черкасах переважають вітри, що дмуть із північного заходу. Пересічна швидкість вітру в січні становить 4,5 м/с, у липні – 3,1 м/с [1].

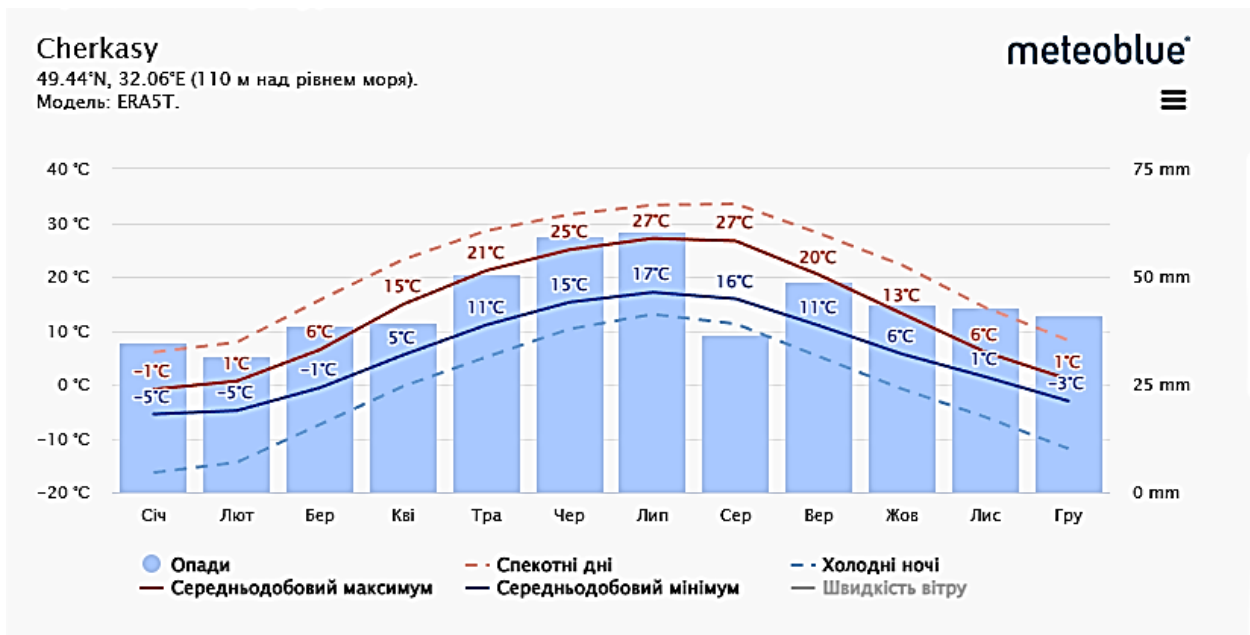


Рисунок 1.1 – Середні температури та кількість опадів у м. Черкаси

Суцільна червона лінія показує максимальну температуру дня кожного місяця. Суцільна синя лінія відображає мінімальну температуру. Пунктирні червона та синя лінії показують середні значення спекотного дня та холодної ночі кожного місяця.

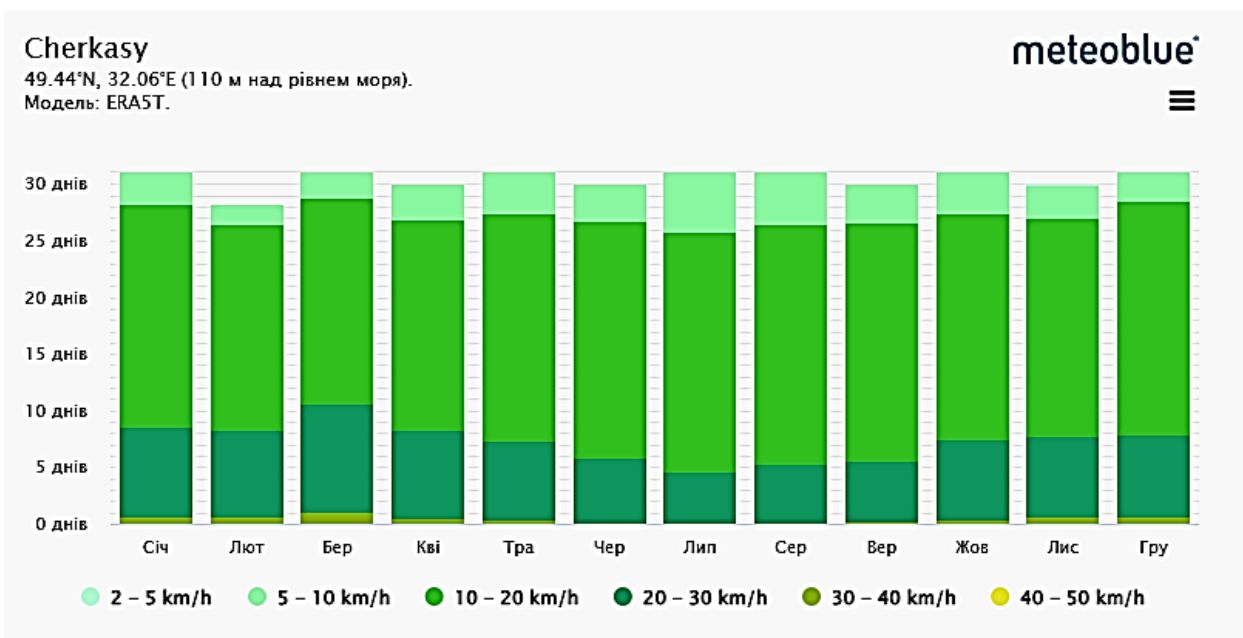


Рисунок 1.2 – Діаграма швидкості вітру

Діаграма (рис. 1.2) показує кількість днів на місяць, протягом яких вітер досягає певної швидкості.

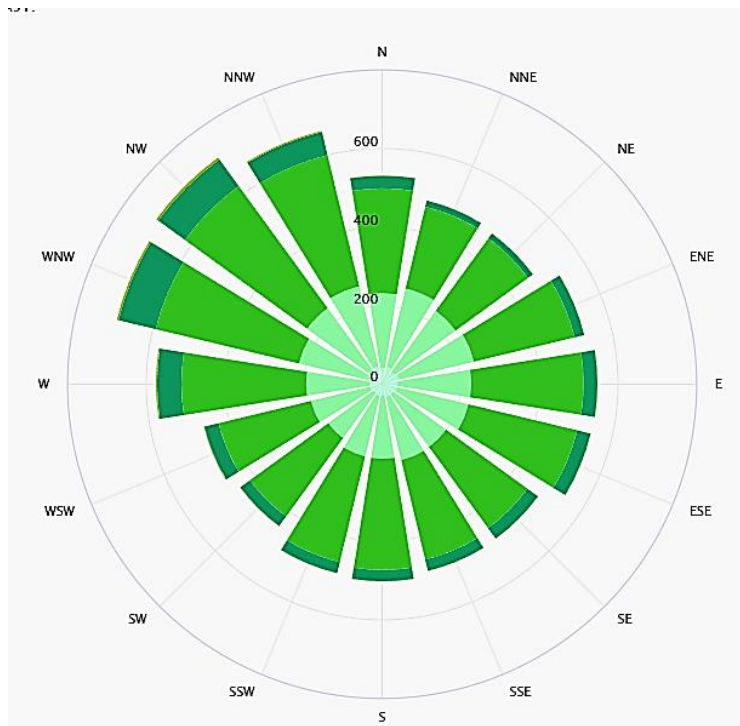


Рисунок 1.3 – Троянда вітрів для м. Черкаси

Троянда вітрів показує переважаючі напрямки та повторюваність вітрів.

1.1.2 Характеристика ділянки

Ділянка має вигідне розташування у плані міста по відношенню до основних об'єктів зовнішнього транспорту м. Черкаси: від автовокзалу ділянка знаходиться на відстані 3,5 км, від залізничного вокзалу на відстані 3,9 км, від аеропорту на відстані 4 км.

Земельна ділянка площею 2,2 га вільна від забудови та має правильну геометричну форму розмірами 110×202 м. На території ділянки відсутні інженерні мережі. Ділянка обмежена з південного сходу вулицею Проектною №1, з південного заходу парком з півночі та сходу майбутньою забудовою.

Будівля розміщена з відступом від червоних ліній. За результатами геодезичних вимірювань ділянка має позначки у межах 112–113 м, перепад висот

знаходиться у межах одного метру. Рельєф ділянки спокійний, рівний. Згідно плану зонування території м. Черкаси ділянка розташована у межах перспективної забудови житлового мікрорайону поруч із зонами зелених насаджень рекреаційного та загального користування.

Існує можливість підключення до інженерних мереж міста. Основні транспортні потоки проходять по вул. Проектній №1, якою у майбутньому передбачається рух автобусів і тролейбусів. Навпроти офісної споруди передбачено зупинку громадського транспорту. Пішоходи мають можливість пройти через автостоянку пішохідним переходом або обійти стоянку по пішохідній зоні. Також до офісної споруди можна потрапити з вул. Ярославській. Проектом автостоянки передбачено розосереджені в'їзд та виїзд для уникнення локального накопичення транспортних засобів.

1.2 Проектування генерального плану району будівництва

Проектування земельної ділянки проводиться на основі Генерального плану м. Черкаси. Вихідні дані:

- Фрагмент генерального плану міста Черкаси (рис. 1.4).
- Топографо-геодезичний план М1:1000 (рис. 1.5).



Рисунок 1.4 – Фрагмент генерального плану міста Черкаси

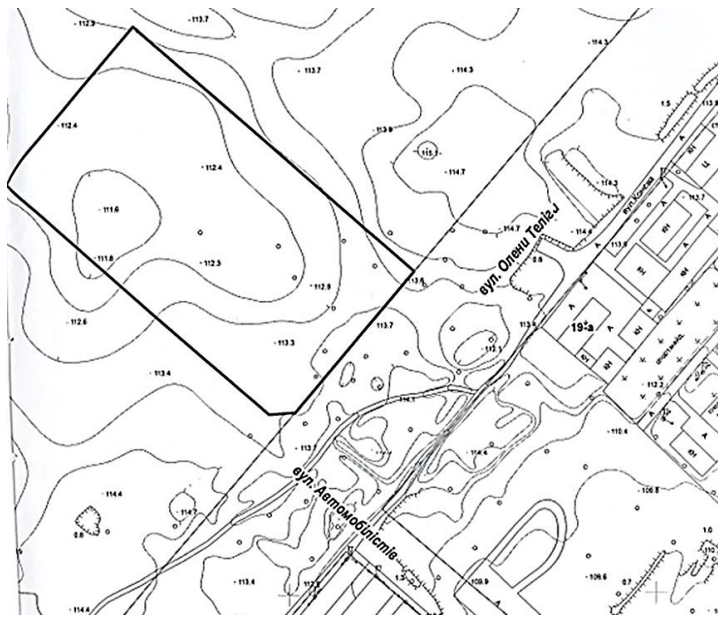


Рисунок 1.5 – Фрагмент топографічного плану міста Черкаси

Об'єкт запроєктовано з урахуванням умов забезпечення екологічної безпеки навколишнього природного середовища та запобігання розвитку небезпечних геологічних процесів і явищ. Детальний план території розробляється з метою:

- забезпечення комплексності забудови території;
- проведення інженерної підготовки та інженерного забезпечення території; створення транспортної інфраструктури, організації транспортного і пішохідного руху, розміщення місць паркування транспортних засобів;
- охорони та поліпшення стану навколишнього природного середовища, забезпечення екологічної безпеки;
- комплексного благоустрою та озеленення.

На території, відведеній під будівництво, передбачається влаштувати автостоянки для працівників і відвідувачів. На підготовлених майданчиках встановлені контейнери для сміття. Передбачається комплексний благоустрій території. Покриття проїздів і майданчиків виконується із асфальтобетону, покриття тротуарів, пішохідних зон та стоянок – фігурними елементами мощення. Озеленення території здійснюється шляхом влаштування газону з багаторічними травами.

1.3 Об'ємно-планувальне рішення будівлі

Запроектована будівля відповідає всім сучасним вимогам об'ємних і планувальних рішень та енергозбереження, має яскраво виражений архітектурний вигляд та високе технічне оснащення приміщень. Офісна споруда представляє собою чотириповерхову будівлю з технічним підпіллям і надбудовою. Висота поверху прийнята 3,3 м. Будівля належить до II ступеня вогнестійкості згідно з ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва».

Композиційним ядром будівлі є вестибюльний комплекс зі сходовою кліткою.

Особливістю об'ємно-планувального рішення проектованої будівлі є наявність на даху надбудови, що надає оригінальний вигляд будівлі.

Рішення дозволить отримати об'ємно-просторову пластику фасаду будівлі. Композиція проектованої будівлі поєднує виступаючі та западаючі частини, ритмічні об'ємні членування зі плоскими поверхнями фасадів із віконними прорізами, що функціонально підтримує планувальну особливість. На першому поверсі будівлі розташовані вестибюль, гардероб, охорона, сходово-ліфтовий вузол, електрощитові та вентиляційна камера.

На інших поверхах розміщені офісні приміщення, по 2 кімнати для переговорів, конференц-зал. Для функціонального зв'язку між поверхами використовуються ліфти, один з яких передбачений для транспортування пожежних підрозділів.

Евакуація людей з поверхів забезпечена сходами, які не задимлюються. Зовнішні конструкції офісної частини виконані з ніздрюватих бетонних блоків. Стіна утеплена мінераловатними плитами «Rockwool» товщиною 150 мм. Зовнішнє оздоблення будівлі передбачає нанесення декоративної штукатурки по склосітці з подальшим покриттям спеціальною фасадною фарбою. Вікна, вітражі, входні двері і тамбури – алюмінієві з подвійними склопакетами.

Офісний центр призначений для розміщення адміністративних служб різних організацій. Окрім двох евакуаційних сходів для співробітників і відвідувачів офісної будівлі передбачено три ліфти з просторими ліфтовими холами. Для забезпечення співробітників офісів гарячим харчуванням у підвалі передбачено кафе з самообслуговуванням. Там є зал, кухня, підсобні приміщення, санвузли.

Для людей з особливими потребами влаштовані пандуси при входах і у санвузлах, забезпечені необхідні розміри просторів для маневрування, сходів, коридорів, дверних отворів, шляхів евакуації.

Техніко-економічні показники по ділянці будівництва зведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Техніко-економічні показники території будівництва

№	Найменування показника	Площа	
		га	%
1	Площа ділянки	2,2	100
2	Площа забудови	1,10	50
3	Площа проїздів, пішохідних доріжок, майданчиків	0,51	23,05
4	Площа озеленення	0,57	26,95

1.4 Конструктивне рішення будівлі

У дипломній роботі прийнято, що будівля має монолітний залізобетонний плитний фундамент товщиною 500 мм із ребрами жорсткості. Під плитою влаштовано подушку з гравійно-піщаної суміші завтовшки 1 м із пошаровим ущільненням котками до густини не менш ніж $1,65 \text{ т/м}^3$. Розрахункові навантаження на конструкції прийняті згідно ДБН В.1.2-2:2006 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування».

Стіни підвалу прийняті із збірних бетонних блоків. Зовнішні стіни підвалу працюють як підпірні стіни. Для сприйняття навантаження від підпору

грунту між фундаментними блоками проєктом передбачені монолітні залізобетонні ребра.

На рівні перекриття підвалу по периметру будинку запроєктована монолітна залізобетонна обв'язувальна балка.

Схема будівлі – без каркасу. Несучі стіни будівлі прийняті із силікатної цегли М 150 на цементно-вапняному розчині М 100. Перегородки прийняті із силікатної цегли. Стіни приміщень санвузлів зведені з керамічної цегли.

Перекриття прийняті з монолітних залізобетонних плит.

Сходові марші запроєктовані зі збірних залізобетонних елементів.

Просторова стійкість будівлі забезпечується поздовжніми і поперечними несучими стінами, а також дисками міжповерхового перекриття.

1.5 Зовнішні інженерні мережі

Нові ділянки інженерних мереж запроєктовані з підключенням до існуючих мереж.

Нові ділянки складаються з мереж:

- водопроводу;
- каналізації побутової;
- каналізації зливової;
- електромереж;
- тепломереж.

1.6 Внутрішнє інженерне обладнання

Система побутової каналізації передбачена для відводу стоків вод від санітарних приладів, встановлених у санвузлах і кухнях кафе, до зовнішньої

мережі. На каналізаційних стояках рекомендується улаштування ревізії, на поворотах труб обов'язкове прочищення. Труби для побутової каналізації прийняті пластикові.

Для відведення дощових і талих вод із покрівлі будівлі улаштовані внутрішні водостоки.

Теплопостачання приміщень офісної будівлі здійснюється від зовнішніх теплових мереж. Температура теплоносія (води) 150-70 °С для сходових кліток, приміщень охорони, електрощитових, насосної; для офісів і кафе вода температурою 115-70 °С.

Витрата тепла на опалення становить $Q = 0,252 \text{ МВт}$ (0,217 Гкал/ч); на гаряче водопостачання $Q = 0,211 \text{ МВт}$ (0,181 Гкал / год).

Магістральні трубопроводи системи водяного опалення прийняті двотрубні, тупикові, з нижнім розведенням. У підвалі прокладаються сталеві електрозварні трубопроводи систем опалення.

Внутрішні системи опалення офісів і кафе виконуються з поліетиленових труб із спеціальним покриттям. Прокладання труб виконується приховано в конструкції підлоги. Труби, фасонні вироби, з'єднувачі, розподільники – сертифіковані і допущені до застосування в Україні інститутом екології і токсикології.

Сталеві опалювальні радіатори обрані з нижнім підключенням і вбудованими термостатичними клапанами.

Для опалення електрощитових і насосних рекомендовані сталеві електрозварні труби. У сходових клітинах встановлені сталеві пластинчасті конвектори без кожуха.

Повітря з систем опалення видаляється через спеціальні крани.

Облік спожитої теплової енергії на потреби опалення офісів і кафе здійснюється за допомогою теплових лічильників, які встановлені в приміщенні ІТП.

У будівлі запроектована припливно-витяжна вентиляція. Припливне повітря до помешкань надходить через фрамуги вікон.

За ступенем надійності електропостачання будинок відноситься до II категорії, відповідно до ДБН В.2.5-23:2010 «Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення».

Електроживлення напругою 380/220В подається від трансформаторної підстанції. Устаткування сантехнічних і технологічних споживачів працює від розподільних мереж електроосвітлення. Кабелі з мідними жилами і на горизонтальних ділянках прокладаються у металевому рукаві, у гофрованих трубах, а у підвалі – відкрито по стінах, по стелі на скобах. На вертикальних ділянках кабелі проложені у пластикових трубах. Аварійно-евакуаційне освітлення виконується світильниками зі вбудованими блоками аварійного живлення від генераторів.

Монтаж електрообладнання повинен проводитися відповідно до НПАОП 40.01-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок».

Актуальними у теперішній час є проблеми енергозбереження. Пропонується утеплення зовнішніх стін мінеральною ватою із нанесенням захисного штукатурного шару та подальшим фарбуванням фасадними фарбами. Вхідна група у будівлі включає тамбури. Устаткування, передбачене проектом, повинно мати сертифікати якості із зазначенням ефективності енергозбереження. Системи електропостачання, холодного і гарячого водопостачання обладнуються лічильниками комерційного обліку. Передбачена установка металопластикових вікон і дверей із використанням герметичних склопакетів.

1.7 Протипожежні заходи

Проектування офісної будівлі в Україні вимагає суворого дотримання державних будівельних норм (ДБН), зокрема ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва». На фундаменті, перегородках і перекриттях влаштовані протипожежні стіни з нормованою межею вогнестійкості. Металеві

колони, балки та дерев'яні елементи обробляються спеціальними сумішами для підвищення їх вогнестійкості. При розробці генерального плану території забудови враховані нормативні протипожежні відстані між офісною будівлею та сусідніми спорудами; забезпечено безперешкодний проїзд пожежних машин до будівлі з усіх боків. Рекомендовано встановити автоматичні системи пожежної сигналізації, системи оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей. Будівля обладнана системами протидимного захисту (вентиляція, димові клапани) для безпечної евакуації людей. На кожному поверсі запроєктовано не менше двох евакуаційних виходів. Шляхи евакуації треба чітко позначити, улаштувати аварійне освітлення та забезпечити відповідну ширину (не захащуватися меблями). У коридорах та на виходах у сходові клітки встановлені протипожежні двері.

1.8 Заходи щодо охорони навколишнього середовища

При проектуванні офісної будівлі розроблено заходи щодо охорони навколишнього середовища, які спрямовані на зменшення негативного впливу на екосистему, раціональне використання ресурсів та створення комфортних умов для людей. Для запобігання забрудненню ґрунту паливно-мастильними матеріалами на автостоянках та під'їздах облаштовано тверде покриття (асфальт, плитка). При розробці генерального плану території максимально збережені існуючі зелені насадження. Навколо офісу створені зелені зони, висаджені дерева та кущі для покращення мікроклімату та зниження рівня шуму.

2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розрахунок і проєктування фундаменту

2.1.1 Визначення фізико-механічних характеристик ґрунтів

Визначення фізико-механічних характеристик ґрунтів на будівельному майданчику є обов'язковим етапом для розрахунку фундаментів. Це дозволяє уникнути просідання та руйнування будівель. Черкаський регіон часто характеризується наявністю лесоподібних суглинків, що вимагає ретельного аналізу. Жовто-бурі суглинки можуть бути просадними при замочуванні, тому критично важливо визначити ступінь їх усадки та рівень ґрунтових вод. При обстеженні території оглядалася ділянка робіт та прилегла території, щоб оцінити інженерно-геологічні умови району досліджень, попередньо оцінити умови вишукувальних робіт і геоморфологічні особливості та рослинність. Згідно з нормативними документами на досліджуваній ділянці пробурені три розвідувальні свердловини глибиною по 7,0 м загальним метражем 21,0 п. м. Зі свердловин відбирались проби ґрунту для визначення фізико-механічних характеристик ґрунтів. Відбір, упаковку, транспортування і зберігання проб ґрунтів здійснювали відповідно до ДСТУ EN ISO 17892. Після закінчення буріння свердловини були заповнені вибуреною породою згідно «Наказ Міндовкілля № 325 від 11.05.2023 «Про затвердження Правил охорони підземних вод» [3]. Лабораторні визначення фізико-механічних властивостей ґрунтів виконані у акредитованій вимірювальній лабораторії ТОВ «Інженерний центр «ГЕОБЕСТ» (свідоцтво про атестацію №ПЧ 06-2/692-2020) за діючими методиками і ДСТУ. Камеральна обробка результатів польових робіт виконувалася за допомогою програмного комплексу «Microsoft Office», програм «AutoCad», «WenGeo» та «Геологічний провідник». Згідно аналізу четвертинних карт досліджувана територія відноситься до добре вивчених. У геологічному відношенні досліджувана ділянка розташована в межах Українського кристалічного щита. Територія характеризується складною будовою. Нижній шар – кристалічний фундамент; верхній кайнозойський платформний чохол.

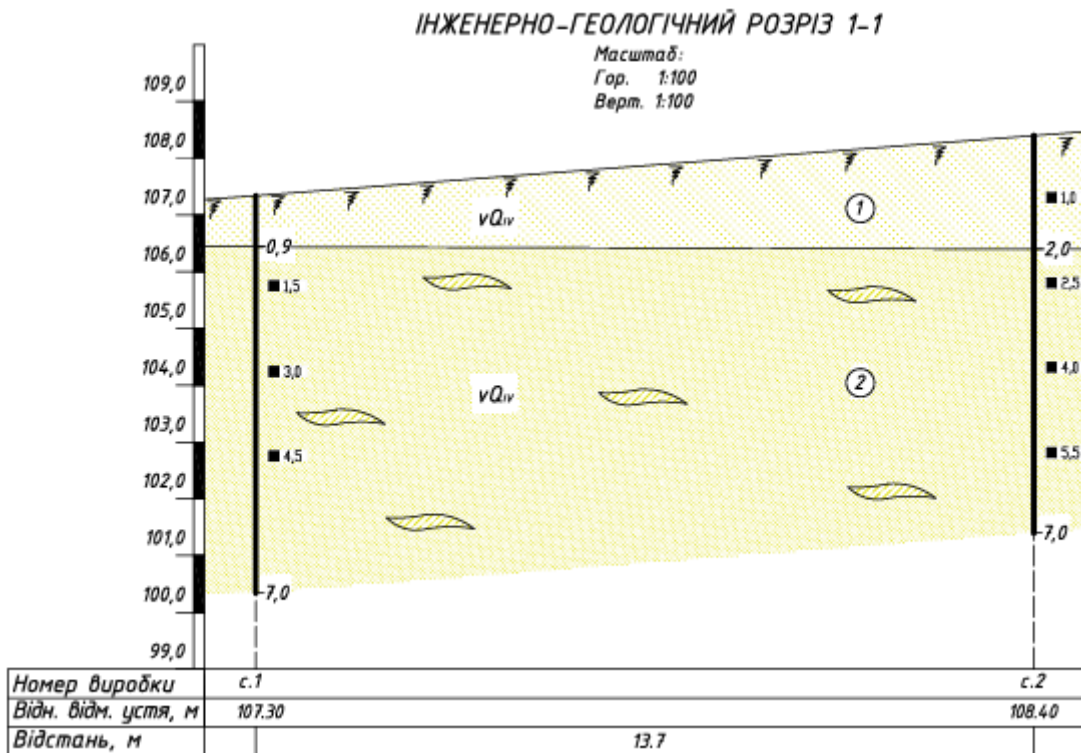
Згідно фізико-географічної карти України, досліджувана ділянка відноситься до Східноєвропейської рівнини, Лісостепової зони, Подільсько-Придніпровського краю, розташовуючись у межах Центрально-Придніпровської області. У морфологічному відношенні досліджувана територія приурочена до Східноєвропейської полігенної рівнини.

Досліджувана ділянка розташована на забудованій міській території. Поверхня землі на більшості території ускладнена плануванням ґрунтів. На території можуть бути старі підземні інженерні споруди та комунікації. Ділянка робіт за сукупністю факторів, вказаних у ДБН А.2.1-1:2014 «Інженерні вишукування для будівництва», відноситься до I категорії складності інженерно-геологічних умов.

Геолого-літологічний розріз у межах ділянки будівельних робіт із поверхні представлений такими елементами:

- пісок мілкий, темно-жовтий, середньої щільності, малого ступеню водонасичення, в кривлі задернований, потужністю 0,9 – 2,0 м – ІГЕ-1;
- пісок пилюватий, від світло-жовтого до світло-сірого, середньої щільності, малого ступеню водонасичення, з лінзами піщанистого супіску, розкритою потужністю 5,0 – 6,1 м – ІГЕ-2.

Умови залягання і поширення в розрізі кожного виділеного ІГЕ приведені на інженерно-геологічних розрізах (рис.2.1 – 2.3).



Умовні позначення:

I. Стратиграфо-генетичні:

vQiv – сучасні еолові відклади

II. Літологічні:

vQiv ① – Пісок мілкий, темно-жовтий, середньої щільності, малого ступеня водонасичення, в кривлі задернований

vQiv ② – Пісок пилуватий, від світло-жовтого до світло-сірого, середньої щільності, малого ступеня водонасичення, з лінзами піщанистого сугіску

III. Різне:

Свердловина:
Заліягання шару:
справа – глибина, м.

0,4
7,0

— — — — — літологічна границя

② – номер інженерно-геологічного елемента

■ 1,5 – глибина відбору зразків ґрунту

Рисунок 2.1 – Інженерно-геологічний розріз 1–1

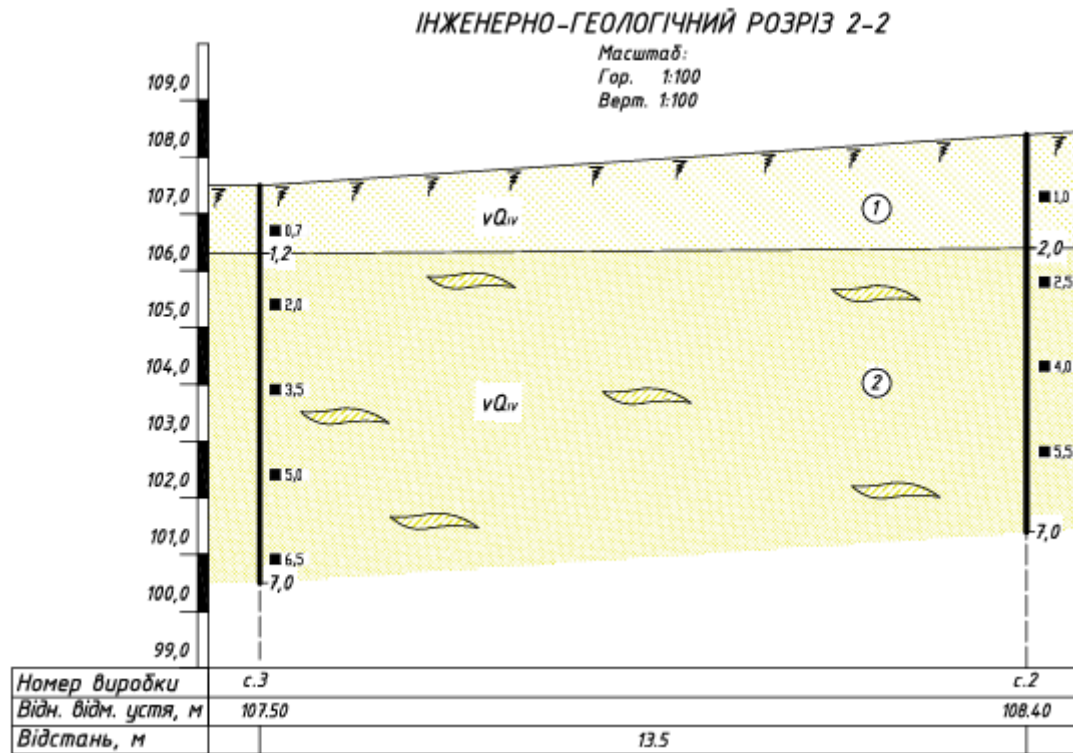
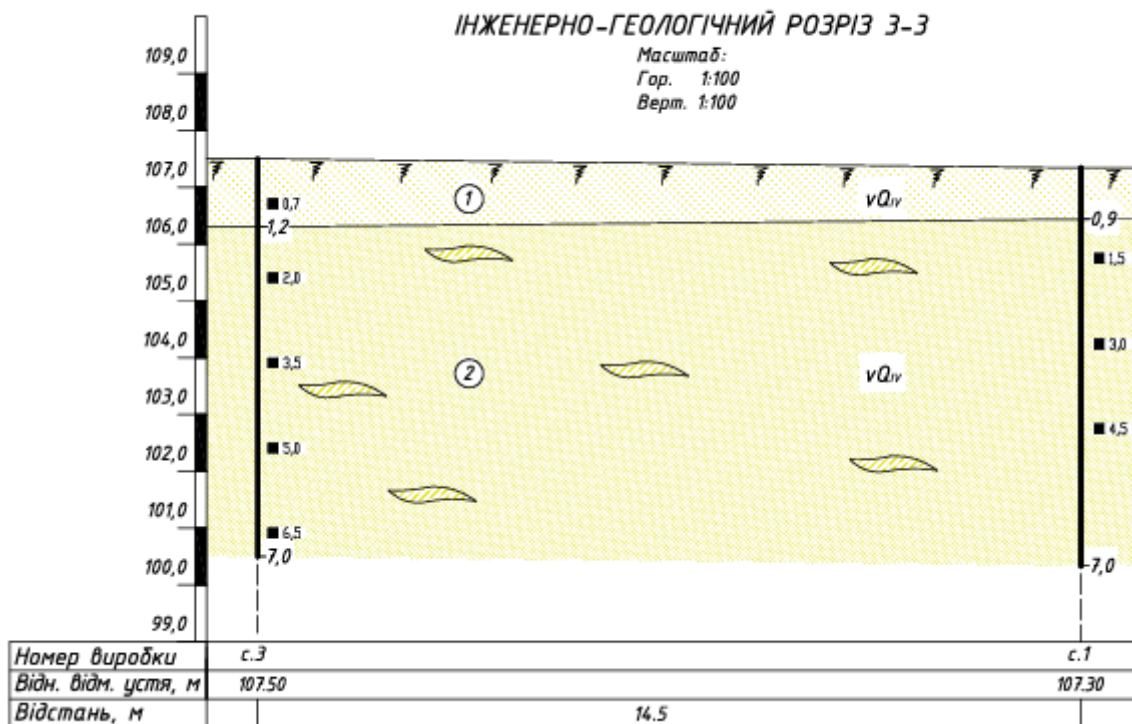


Рисунок 2.2 – Інженерно-геологічний розріз 2-2



Умовні позначення:

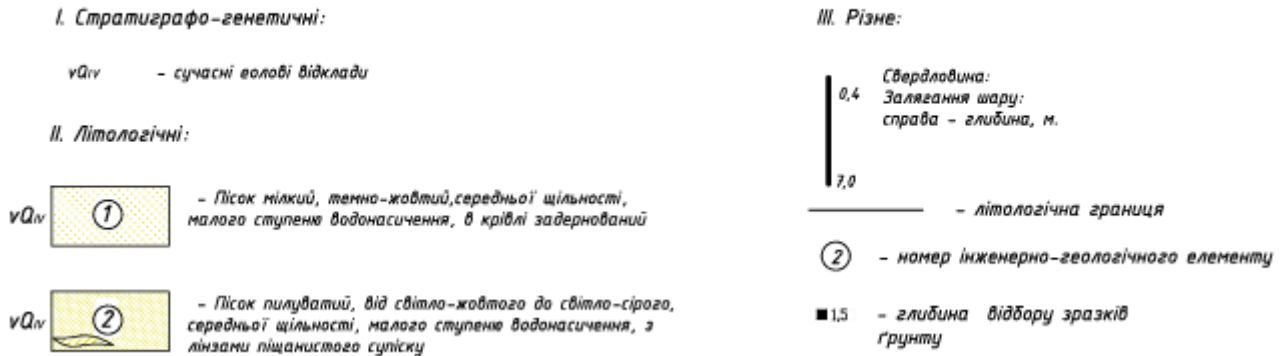


Рисунок 2.3 – Інженерно-геологічний розріз 3–3

Фізичні та механічні властивостей ґрунтів, які виявлені при дослідженнях на виділеній для будівництва офісної споруди, були визначені за довідковою літературою та розраховані за методичними рекомендаціями. Результати наведені у табл. 2.1 – 2.3.

Таблиця 2.1 – Нормативні і розрахункові значення показників фізичних властивостей ґрунтів

Найменування показників		ІГЕ-1	ІГЕ-2
		Пісок мілкий	Пісок пилюватий.
Природна вологість, %	W	10,1	11,5
Границя текучості, %	W _L	-	-
Границя розкочування, %	W _P	-	-
Число пластичності	I _p	-	-
Щільність вологого ґрунту, г/см ³	ρ	1,76	1,77
Щільність сухого ґрунту, г/см ³	ρ_d	1,60	1,58
Щільність часток ґрунту, г/см ³	ρ_s	2,65	2,65
Щільність водонасиченого ґрунту, г/см ³	ρ_{SAT}	-	-
Коефіцієнт пористості	e	0,661	0,672
Показник консистенції	I _L	-	-
Ступінь вологості	S _r	0,40	0,45

Таблиця 2.2 – Гранулометричний склад ґрунтів

Найменування показників		ІГЕ-1	ІГЕ-2
		Пісок мілкий	Пісок пилуватий
Гранулометричний склад, %	>10,0	-	-
	2,0-10,0	-	-
	1,0-2,0 мм	-	-
	0,5-1,0 мм	1,0	0,7
	0,25-0,5 мм	37,2	19,9
	0,1-0,25мм	47,1	40,5
	0,05-0,1 мм	5,8	12,4
	0,01-0,05 мм	9,0	26,6
	0,005-0,01 мм		
	<0,005 мм		

Таблиця 2.3 –Значення показників механічних властивостей ґрунтів

Найменування показників		ІГЕ-1	ІГЕ-2		
		Пісок мілкий	Пісок пилуватий		
Кут внутрішнього тертя, градус	при $\frac{W}{W_{SAT}}$	ϕ	30	26	
Питоме зчеплення, кПа		C	2	3	
Модуль деформації, МПа		E	25	16	
Довірча вірогідність при $a=0,95$ за несучою здатністю		Питома вага, кН/м ³	γ_1	16,0	16,1
		Кут внутр. тертя, град	γ_1	28	24
		Зчеплення, кПа	C_1	0	0
Довірча вірогідність при $a=0,85$ по деформації		Питома вага, кН/м ³	γ_{11}	17,0	17,0
		Кут внутр. тертя, град	γ_{11}	29	25
		Зчеплення, кПа	C_{11}	0	1
Розрахунковий опір ґрунту, кПа		R_o	300	250	

Результати досліджень показали, що ґрунти на ділянці не усідають. Нормативна глибина сезонного промерзання ґрунтів становить 0,9 м. Ґрунти, за найгіршими характеристиками, неагресивні до бетону та залізобетонних конструкцій. Корозійна агресивність ґрунтів до алюмінієвих оболонок – середня, до свинцевих оболонок – середня, до сталі – низька. Залізобетонна монолітна плита улаштовується по бетону класом С 10/7,5 і товщиною 100 мм. Монолітна плита армована в поздовжньому і поперечному напрямку, марка бетону С20/15. Глибина закладення фундаменту 3,8 метра.

Вертикальна гідроізоляція виконана обмазкою гарячим бітумом за 2 рази. Навколо будівлі виконана бетонна відмостка шириною 1000 мм і товщиною 100мм по щебеневій основі.

2.1.2 Гідрогеологічні умови

Умови формування підземних вод, їх хімічний склад обумовлюються особливістю геологічної будови, геоморфологічними і кліматичними факторами. У гідрогеологічному відношенні досліджувана ділянка розташована в межах Українського басейну тріщинуватих вод. У межах території виділяються водоносні горизонти, приурочені до:

- тріщинуватих кристалічних порід докембрію;
- відкладів палеоцену;
- відкладів еоцену та олігоцену;
- відкладів міоцену;
- відкладів четвертинної системи.

На період досліджень (лютий 2026 р.) ґрунтові води до глибини буріння 7,0 м не розкриті. Згідно ДБН В.1.1-24-2009 «Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення» досліджувана територія не підтоплюється.

2.1.3 Прогноз зміни інженерно-геологічних умов

Техногенна діяльність людини може призвести до негативних змін інженерно-геологічних умов. Розробка будівельних котлованів, траншей, порушення природного стоку атмосферних опадів і талих вод за межами ділянки, прокладка водогінних комунікацій і витікання води з них, забудова значної території, укладання асфальту або інших твердих покриттів на великих площах призводять до зміни умов міграції вологи у верхній частині розрізу. На досліджуваній ділянці можливі зміни інженерно-геологічних умов: при аварійних витоків води із водогону відбудеться підйом рівня підземних вод і подальше зволоження ґрунтів, яке призведе до зменшення їх несучої здатності, а також до порушення нормальної експлуатації будівель і споруд на прилеглий території.

На інженерно-геологічну ситуацію можуть впливати:

- порушення структури ґрунтів внаслідок розробки ґрунтів;
- концентрація поверхневих вод та подальше замочування просадних ґрунтів через неправильне вертикальне планування рельєфу.

У складі нормативного прогнозу необхідно відзначити наступні заходи:

- розробити вертикальне планування території, щоб організувати надійне відведення дощових і талих вод за межі ділянки;
- забезпечити водонепроникну відмостку по периметру будівлі з дотриманням необхідної її ширини та ухилу;
- забезпечити якісне ущільнення зворотних засипок пазах котлованів;
- не допускати аварійних витоків із підземних водоносних комунікацій.

Як несучий шар, залежно від ваги споруди, глибини закладання фундаменту та цільового призначення, можна використати ІГЕ-2. Ґрунти ІГЕ-1 не рекомендуються як основи для фундаментів офісної будівлі, бо вони не достатньою потужні. Рекомендується провести гідроізоляційні роботи, врегулювання стоку поверхневих вод, як на період будівництва, так і на період експлуатації будівлі.

2.1.4 Проектування фундаменту

Виходячи з отриманих геологічних даних прийнято рішення щодо влаштування монолітної залізобетонної плити.

Таблиця 2.1 – Збір навантажень на плиту

Вид навантаження	Переріз 1-1	Переріз 2-2	Переріз 3-3
	Значення норм. / розрахункове кН	Значення норм. / розрахункове кН	Значення норм. / розрахункове кН
Постійні навантаження			
Плити перекриття	345/380	2600/2860	251/276
Зовнішні стіни	473/520	-	473/520
Фундаментні блоки	72/79	-	19/21
Внутрішні стіни	62/68	250/275	-
Усього	952/1047	3010/3311	743/817
Тимчасові навантаження			
Сніг	5/6	39/42	4/5
Від меблів і обладнання	153/168	1158/1274	112/123
Усього	158/174	1197/1316	116/128
Разом	1110/1221	4207/4627	859/945

$$q_x = (q_1 + 10q_2) \times 2a;$$

$$q_x = (4,88 + 10 \times 7,17) \times 85 = 6510,7 \text{ кН/м.}$$

$$q_y = (q_1 + 10q_2) \times 2b;$$

$$q_y = (4,88 + 10 \times 7,17) \times 34,2 = 2519,58 \text{ кН/м.}$$

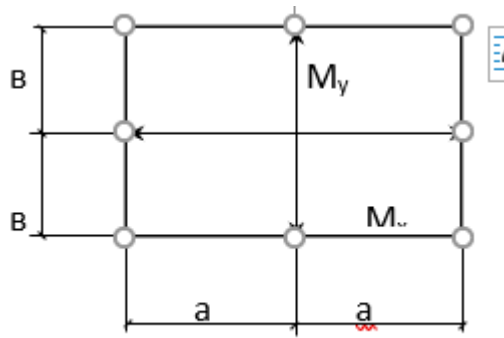


Рисунок 2.4 – Розрахункова схема фундаменту

Плита працює у двох напрямках. Згинальний момент M залізобетонної плити, що спирається по контуру розраховуємо за формулами:

$$M_x = 0,05 \times q_x \times a^2; M_y = 0,09 \times q_y \times b^2;$$

де M_x – згинальний момент, що діє вздовж осі x (на одиницю ширини плити);

M_y – згинальний момент, що діє вздовж осі y ;

$q_x; q_y$ – рівномірно розподілене навантаження;

a, b – довжина і ширина прольоту плити;

0,05; 0,09 – коефіцієнти, що залежить від способу закріплення країв плити (вільне обпирання чи защемлення) та співвідношення сторін.

$$M_x = 0,09 \times 6510,7 \times 42,5^2 = 658553,3 \text{ кН} \times \text{м.}$$

$$M_y = 0,09 \times 2519,58 \times 17,1^2 = 68939,3 \text{ кН} \times \text{м.}$$

Для бетону класу С20/25 розрахунковий опір бетону осьовому стиску

$$R_b = 17 \text{ МПа} = 1,7 \text{ кН/см}^2.$$

Для арматури класу А400С розрахунковий опір арматури розтягуванню

$R_s = 37,5 \text{ кН/см}^2$; коефіцієнт умов роботи бетону, який враховує вплив тривалості дії навантаження на міцність бетону в залізобетонних конструкціях $\gamma_{b2} = 0,9$.

Коефіцієнт A_0 потрібен, щоб знайти відносну висоту стиснутої зони бетону і визначити, скільки арматури потрібно закласти в переріз.

Під впливом зовнішнього згинального моменту M_x

$$A_0 = 65855325,9 / (1,7 \times 0,9 \times 3420 \times 193^2) = 0,338; A_y = 041.$$

$$\eta = 0,783.$$

Необхідна площа арматури $A_s = 65855325,9 / (37,5 \times 0,783 \times 193^2) = 12 \text{ см}^2$.

Приймаємо 6Ø16 А400С, $R_s = 37,5 \text{ кН/см}^2$, $A_s = 12,06 \text{ см}^2 > 12 \text{ см}^2$.

Під впливом зовнішнього згинального моменту M_y

$$A_0 = 6893931 / (1,7 \times 0,9 \times 8500 \times 193^2) = 0,014; A_y = 041.$$

$$\eta = 0,993.$$

Необхідна площа арматури $A_s = 6893931 / (37,5 \times 0,993 \times 193^2) = 10,5 \text{ см}^2$.

Приймаємо 6Ø16 А400С, $R_s = 37,5 \text{ кН/см}^2$, $A_s = 12,06 \text{ см}^2 > 10,5 \text{ см}^2$.

Розрахунок навантажень від плит перекриття, кН:

$$Q = A_{n-n} \cdot g_n,$$

де A_{n-n} – площа ділянки відповідного перерізу, м^2 ,

g_n – власна вага покриття, кН/м^2 ,

$$Q_1 = 6,38 - (18 \times 3) = 345 \text{ кН};$$

$$Q_2 = 48,26 - (18 \times 3) = 2600 \text{ кН};$$

$$Q_3 = 4,65 - (18 \times 3) = 251 \text{ кН}.$$

Навантаження від балок $Q = L_{n-n} \cdot g_n$, кН,

де L_{n-n} – довжина балки на відповідного перерізу, м^2 .

$$Q = (5,75 + 7) \times (0,6 \times 0,6 \times 2500) = 115 \text{ кН}.$$

Навантаження від стін, кН:

$$Q_1 = g_{\text{зовн. стін}} \times \alpha_1, Q_2 = g_{\text{вн. стін}} \times \alpha_2,$$

де $g_{\text{зовн. стін}}$ – вага зовнішньої стіни товщиною 640 мм;

$g_{\text{вн. стін}}$ – вага внутрішньої стіни;

α_1, α_2 – коефіцієнти наявності прорізів у зовнішніх і внутрішніх стінах

відповідно;

$$\alpha_1 = (100 - 40)/100 = 0,6; \alpha_2 = (100 - 24)/100 = 0,76; \alpha_3 = (100 - 0)/100 = 1,$$

де 40 % – прорізи внутрішньої стіни по перерізу I-I;

24 % – прорізи внутрішньої стіни по перерізу II-II;

0 % – прорізи внутрішньої стіни по перерізу III-III.

$$Q_1 = 473 \times 1 = 473 \text{ кН}.$$

$$Q_1 = 16 \times 5,1 \times 0,76 = 62 \text{ кН}; Q_2 = 16 \times 26 \times 0,6 = 250 \text{ кН}; Q_3 = 0 \text{ кН}.$$

$$\text{Навантаження від колон } Q_{\text{колон}} = 5,1 \times (0,6 \times 0,6 \times 2500) = 45 \text{ кН}.$$

$$\text{Вага фундаментних блоків, кН: } Q_{\text{фундам.}} = L_n - n \cdot g_n,$$

$$Q_1 = 1 \times (0,6 \times 2500 \times 4,8) = 72 \text{ кН};$$

$$Q_2 = 1 \times (0,6 \times 2500 \times 1,27) = 19 \text{ кН}.$$

Снігове навантаження, кН/м²:

$$S_i = \mu \cdot S_0,$$

де S_0 – нормативні значення ваги снігового покриття;

$$S_0 = 0,5 \text{ кН/м}^2 \text{ [2, табл. 4]};$$

μ – коефіцієнт [2, дод. 3].

$$S_i = 1 \times 0,5 = 0,5 \text{ кН/м}^2.$$

$$S_{\partial} = S_0 \times \gamma_f,$$

де γ_f – коефіцієнт надійності;

$$S_p \text{ – розрахункове снігове навантаження: } S_{\partial} = 0,5 \times 1,6 = 0,8 \text{ кН}.$$

$$Q = S_{\partial} \cdot A_{n-n},$$

$$Q_1 = 0,8 \times 6,38 = 5 \text{ кН}; Q_2 = 0,8 \times 48,26 = 39 \text{ кН}; Q_3 = 0,8 \times 4,65 = 4 \text{ кН}.$$

Тимчасове навантаження на міжповерхове перекриття, кН:

$$Q = g_n \times n_{\text{поверхів}} \times A_{n-n},$$

де $n_{\text{поверхів}}$ – кількість поверхів.

$$Q_1 = 1,5 \times 4 \times 6,38 = 38,28 \text{ кН};$$

$$Q_2 = 1,5 \times 4 \times 48,26 = 289,56 \text{ кН};$$

$$Q_3 = 1,5 \times 4 \times 4,65 = 27,9 \text{ кН}.$$

2.1.5 Вибір глибини закладання фундаментів

Глибину закладання фундаменту визначено зі врахуванням рельєфу за свердловиною з найбільшою позначкою. Схема розміщення свердловин та інженерно-геологічний розріз представлені на кресленнях, розглядаємо

свердловину № 2.

Визначаємо нормативну глибину промерзання ґрунту:

$$d_{fn} = d_0 \times \sqrt{M}, \text{ м,}$$

де d_0 – величина, що дорівнює для: супісків, пісків дрібних і пилюватих – 0,28 м; пісків великих і середньої крупності – 0,30 м. Приймаємо $d_0 = 0,28$ м [5].

M_t – сума середньомісячних негативних температур у м. Черкаси [1].

$$d_{fn} = 0,28 \times \sqrt{15,1} = 1,1 \text{ м.}$$

Визначаємо розрахункову величину промерзання: $d_f = d_{fn} \cdot k_h$, м,

де d_f – розрахункова глибина промерзання;

d_{fn} – нормативна глибина промерзання;

k_h – коефіцієнт теплового режиму будівлі, $k_h = 0,7$. [2, табл.1].

Таким чином, глибина промерзання $d_f = 1,1 \times 0,7 = 0,77$ м.

Попередню глибину закладення фундаменту визначаємо за конструктивними умовами:

$$d_k = d_f + 0,5, \text{ м,}$$

де d_k – глибина закладення фундаменту конструктивна, м;

d_f – розрахункова глибина промерзання, м.

Таким чином, $d_k = 0,77 + 0,5 = 1,27$ м.

Із геологічних умов розраховуємо попередню глибину закладання фундаменту:

$$d_{геол} = h_{нев.зр} + 0,3 \text{ м,}$$

де $d_{геол}$ – глибина закладання фундаменту за геологічних умов, м;

$h_{нев.зр}$ – глибина залягання не будівельного шару ґрунту, м.

Тобто $d_{геол} = 0,7 + 0,3 = 1,0$ м.

За розрахунком глибину закладення фундаменту приймаємо $-5,5$; $-6,75$ та $-1,9$ м.

2.1.6 Розрахунок осідань фундаментів

Осідання фундаментів розраховуємо методом пошарового додавання [3].

Визначаємо вертикальне напруження від власної ваги ґрунту:

$$\sigma_{zq} = \gamma_{II} \times d_n + \sum \gamma_i \times h_i, \text{ кН/м}^2.$$

де γ_{II} – густина ґрунту, який розташований вище підшоши фундаменту, кН/м^3 ;

d_n – товщина шару ґрунту вище підшоши фундаменту, м;

γ_i – густина i -го шару ґрунту;

h_i – товщина i -го шару ґрунту, м.

$$\sigma_{1zq} = 0,55 \cdot 17,6 = 9,68 \text{ кН/м}^2; \sigma_{2zq} = 9,68 \cdot 5,1 \cdot 17 = 96,38 \text{ кН/м}^2;$$

$$\sigma_{3zq} = 96,38 \cdot 0,3 \cdot 18,7 = 101,99 \text{ кН/м}^2; \sigma_{4zq} = 101,99 \cdot 6,8 \cdot 18,5 = 227,79 \text{ кН/м}^2;$$

Визначаємо вертикальне напруження від власної ваги ґрунту на рівні підшоши фундаменту.

$$\sigma_{zq0} = \gamma_{II} \times d_n, \text{ кН/м}^2; \sigma_{zq0} = 17,06 \cdot 1,5 = 26 \text{ кН/м}^2.$$

$$P_0 = P - G_{zq0}, \text{ кН/м}^2, P_0 = 620 - 26 = 594 \text{ кН/м}^2.$$

де P_0 – додатковий вертикальний тиск на основу, кН/м^2 ;

P – середній тиск під підшовою фундаменту, кН/м^2 ;

G_{zq0} – вертикальне напруження від власної ваги ґрунту на рівні підшоши фундаменту.

Визначаємо додаткове вертикальне напруження на глибині Z від підшоши фундаменту:

$$\sigma_{zp} = \alpha \times P_0, \text{ кН/м}^2;$$

де α – коефіцієнт, який залежить від форми підшоши фундаменту, це співвідношення сторін прямокутного фундаменту і відносної глибини.

Відносна глибина визначається за формулою $\xi = 2z/b$ [6, дод. 2 табл. 1].

Розраховуємо осідання основи:

$$S_i = \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zpi} \cdot h_i}{E_i} \text{ (М)},$$

де β – безрозмірний коефіцієнт, який дорівнює $\beta = 0,8$ [6, с.28];

σ_{zpi} – середнє значення додаткового напруження в і-му шарі ґрунту, м;

h_i – товщина і-го шару ґрунту, м;

E_i – модуль деформації і-го шару ґрунту.

Таблиця 2.2 – Дані для розрахунку осідання

Z, м	$\xi=2z/e$	α	σ_{zg}	σ_{zp}	$\sigma_{zp}^{сер}$	E_i	S_i
0	0,0	1,00	26,00	148,50	148,50	11,00	1,40
1	0,9	0,85	48,10	126,23	137,36	11,00	1,30
2	1,8	0,60	70,20	88,51	107,37	11,00	1,02
3	2,7	0,41	92,30	60,29	74,40	11,00	0,70
4	3,6	0,34	114,40	50,04	55,17	11,00	0,52
5	4,5	0,28	138,71	40,84	45,44	18,00	0,26
6	5,5	0,23	162,76	33,71	37,27	23,00	0,17
7	6,4	0,20	186,81	29,11	31,41	23,00	0,14
8	7,3	0,17	210,86	25,69	27,40	23,00	0,12
9	8,2	0,15	234,91	22,87	24,28	23,00	0,11
10	9,1	0,14	258,96	20,05	21,46	23,00	0,10
11	10,0	0,13	283,01	18,71	19,38	23,00	0,09
12	10,9	0,12	307,06	17,52	18,12	23,00	0,08
13	11,8	0,11	331,11	16,04	16,78	23,00	0,07

$\sum S_i < [S_i] = 10 \text{ см}$ – для цивільних будівель [6], $\sum S_i = 6,10 \text{ см} < 10 \text{ см}$

умова виконується.

2.2 Розрахунок залізобетонної плити перекриття

2.2.1 Збір навантажень на 1 м² покриття

Плиту розраховуємо як балку, що вільно лежить на двох опорах і навантажена рівномірно розподіленим навантаженням. Рекомендовані класи: бетону – С 20/25, С 25/20, робочої поздовжньої арматури – А400С, арматури хомутів та конструктивної арматури (класів Вр-I, А240С) відповідно до ДСТУ 3760:2019.

Таблиця 2.1 – Навантаження на 1 м² покриття

№	Вид навантаження	Нормативне навантаження, кН/м ²	γ_f	Розрахункове навантаження, кН/м ²
<i>Постійні навантаження (g_1) від покриття</i>				
1	Акваізол, 3 шари	0,12	1,2	0,14
2	Теплоізоляційний шар $\delta = 12$ см, $\rho = 4$ кН/м ³	0,48	1,2	0,58
3	Вирівнюючий шар $\delta = 2,2$ см, $\rho = 20$ кН/м ³	0,44	1,3	0,57
4	Залізобетонна плита	1,6	1,1	1,76
Разом (g_1)		2,64		3,05
<i>Тимчасове навантаження (V_1)</i>				
5	Снігові навантаження	1,6	1,14	1,82
Разом (V_1)				1,82
Разом ($q_1 = g_1 + V_1$)				4,88
<i>Постійні навантаження (g_2) від перекриття</i>				
1	Керамограніт	0,3	1,1	0,33
2	Цементний шар $\delta = 2,2$ см, $\rho = 20$ кН/м ³	0,44	1,3	0,57
3	Звукоізоляційний шар $\delta = 6$ см, $\rho = 15$ кН/м ³	0,9	1,3	1,17
4	Монолітна залізобетонна плита	3	1,1	3,3
Разом (g_2)				5,37
<i>Тимчасові навантаження ($V_2 = 1,5$ кН/м²)</i>				
5	Тривалі (70%)	1,05	1,2	1,26
6	Короткочасні (30%)	0,45	1,2	0,54
Разом (V_2)				1,8
Разом ($q_2 = g_2 + V_2$)				7,17

2.2.2 Розрахунок плити

У даній дипломній роботі прийняті монолітні плити, які розраховуються як згинальні елементи за нормальними і похилими перерізами. За нормальними перетинами підбирається поздовжня арматура, за похилими перерізами – поперечна арматура, тобто хомути. Розрахункова схема збірної плити покриття – рівномірно навантажена однопрогонова балка (рис. 2.1).

Плита перекриття $q_{\text{пл}} = q_2 \times b_{\text{плити}} = 7,17 \times 1,5 = 10,76 \text{ кН/м}$.

Бетон С 20/15 $R_b = 8,5 \text{ МПа} = 0,85 \text{ кН/см}^2$;

$R_{bt} = 0,75 \text{ МПа} = 0,075 \text{ кН/см}^2$; $\gamma_{b2} = 0,9$.

Нижня робоча сітка сприймає основні розтягувальні зусилля в центрі плити. Верхня сітка приймається з конструктивних міркувань. Сталь марки А400С; $R_s = 375 \text{ МПа} = 37,5 \text{ кН/см}^2$.

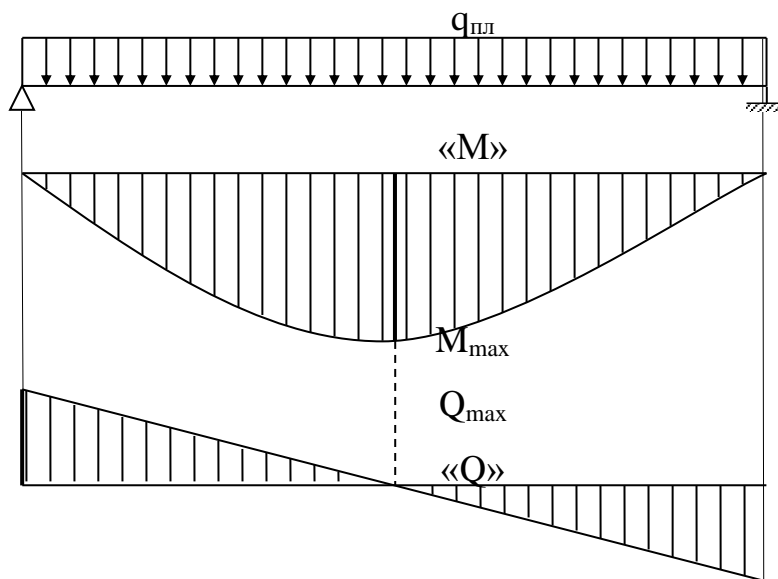


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема плити

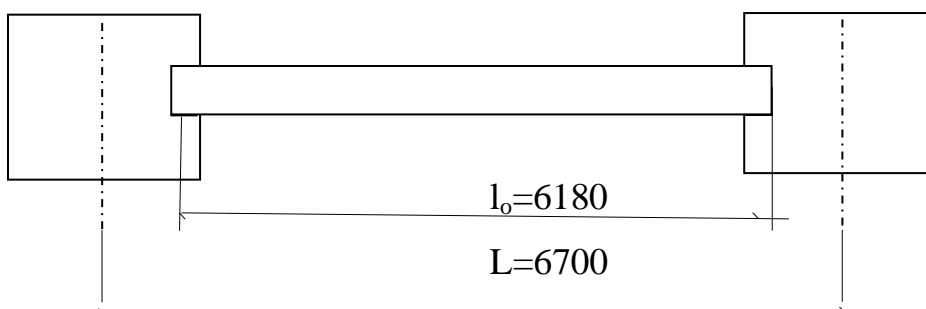


Рисунок 2.2 – Схема для визначення прогону плити

Довжина розрахункового прогону визначається за формулою:

$$l_0 = l - b_p - 2m - C, \text{ м,}$$

де b_p – ширина балки ригеля;

C – довжина майданчика для спирання плити на ригель;

L – довжина плити.

$$l_0 = 6700 - 350 - 2 \times 20 - 130 = 6180 \text{ мм} = 6,18 \text{ м,}$$

$$l_{\text{опир}} = l_0 + 130 = 6180 + 130 = 6310 \text{ мм} = 6,31 \text{ м.}$$

$$h_1 = 0,9 \times 15,9 = 14,3 \text{ см.}$$

$$h_f = (h - h_1)/2 = (22 - 14,3)/2 = 3,8 \text{ см.}$$

Приймаємо $a = 2$ см; $h_0 = h - a = 22 - 2 = 20$ см;

$$b = b_f - n \times h_1 = 147 - 7 \times 14,3 = 46,9 \text{ см.}$$

2.2.3 Статичний розрахунок плити

Статичний розрахунок плит в Україні виконується згідно з комплексом національних стандартів ДСТУ EN 1992 (Єврокод 2) та профільними будівельними нормами ДБН В.2.6-98:2009. Метою такого розрахунку є визначення зусиль, прогинів та напружень для забезпечення надійності, несучої здатності та довговічності.

Знаходимо вигинаючий момент:

$$M_{np} = (q_{\text{плити}} \times l_0^2)/8 = (10,76 \times 6,85^2)/8 = 63,1 \text{ кН} \times \text{м.}$$

Перерізуюча сила:

$$Q_{np} = (q \times l_0)/2, \text{ кН; } Q_{np} = (10,76 \times 6,85)/2 = 36,85 \text{ кН.}$$

2.2.4 Розрахунок міцності нормального перерізу

Розрахунок за несучою здатністю (Група 1) виконується для перевірки на міцність перерізів (нормальних та похилих). Визначається необхідна кількість та переріз арматури.

Встановлюємо розрахунковий випадок (положення нейтральної осі).

$$M_f = R_b \times \gamma_{b2} \times b'_f \times h'_f \times (h_0 - 0,5h'_f) \geq M_{np},$$

де M_f – несуча спроможність перетину плити;

R_b – міцність бетону на стиск, кН/см²;

γ_{b2} – коефіцієнт умови роботи бетону;

b'_f – ширина полиці тавра;

h'_f – висота полиці тавра;

h_0 – робоча висота перерізу, що дорівнює відстані від центра ваги розтягнутої арматури до краю стиснутої зони бетону.

$$M_f = 0,85 \times 0,9 \times 147 \times 3,8 \times (20 - 0,5 \times 3,8) = 7734,65 \text{ кН/см} \geq 6310.$$

Умова виконується, а, значить перетин розраховується як прямокутний із шириною $b = b'_f = 147$ см.

$$A_0 = M_{np} / (R_b \times \gamma_{b2} \times b'_f \times h_0^2) = 6310 / (0,85 \times 0,9 \times 147 \times 20^2) = 0,14;$$

$$\eta = 0,93 \text{ при } A_y = 0,44.$$

Тоді необхідна площа арматури:

$$A_s = M_{np} / (R_s \times \eta \times h_0) = 6310 / (37,5 \times 0,93 \times 20) = 9,07 \text{ см}^2;$$

де R_s – міцність сталі, кН/см².

Приймаємо арматуру 8Ø14 А400С, $R_s = 37,5$ кН/см²,

$$A_s = 12,31 \text{ см}^2 > 9,066 \text{ см}^2.$$

2.2.5 Розрахунок міцності похилого перерізу плити

Приймаємо конструктивно діаметр поперечної арматури з умов зварювання:

$$d_{sw} \geq 0,25d_s = 0,25 \times 14 = 3,5 \text{ мм. Приймаємо } d_{sw} = 4 \text{ мм.}$$

Кількість каркасів – 4 шт., тоді $A_{sw} = 4 \times 0,13 = 0,5 \text{ см}^2$.

$$R_{sw} = 265 \text{ МПа} = 26,5 \text{ кН/см}^2;$$

Крок хомутів: $S_w \leq h / 2 = 11$. Приймаємо $S_w = 10$ см.

Із табл.1, 2 прил. 1[5] визначаємо:

$$E_s = 17 \times 10^4 \text{ МПа}; E_b = 23 \times 10^3 \text{ МПа};$$

$$\varphi_{b1} = 1 - 0,1R_b = 1 - 0,1 \times 0,85 = 0,92; \varphi_{b2} = 2; \varphi_{b3} = 0,6.$$

Перевіряємо умову інтенсивності зусилля в хомутах:

$$q_{sw} \geq (\varphi_{b3}(1 + \varphi_f) R_b \times \gamma_{b2} \times b)/2,$$

де R_{bt} – міцність бетону при стисканні;

φ_f – коефіцієнт $\varphi_f = n \times (0,75 \times 3 \times h_f^2)/(b \times h_0)$,

$$\varphi_f = 7 \times (0,75 \times 3 \times 3,8^2)/(46,9 \times 20) = 0,24 < 0,5;$$

$$q_{sw} = (A_{sw} \times R_{sw})/S_w,$$

де A_{sw} – площа поперечного перерізу хомутив,

R_{sw} – розрахунковий опір сталевих хомутив розтягуванню;

S_w – крок хомутив.

$$q_{sw} = (0,504 \times 26,5)/10 = 1,34 \text{ кН/см.}$$

$$1,34 \geq 0,6 \times (1 + 0,24) \times 0,08 \times 0,9 \times 46,9 = 1,18. \text{ Умова виконана.}$$

Перевіряємо умову дії поперечної сили для забезпечення міцності по похилій смузї між похилими тріщинами:

$$Q \leq 0,3 \times \varphi_{wl} \times \varphi_{b1} \times R_b \times \gamma_{b2} \times b \times h_0; \varphi_{wl} = 1 + 5\alpha,$$

де φ_{wl} – коефіцієнт, що враховує вплив хомутив, нормальних до поздовжньої осі плити;

$$\alpha = E_s/E_b,$$

де E_s – модуль пружності арматури;

E_b – початковий модуль пружності бетону при стисненні і розтягуванні;

$$\alpha = 170000/23000 = 7,36,$$

μ – коефіцієнт армування поперечного перерізу;

$$\mu = A_{sw}/b \times S_w, \mu = 0,504 / 46,9 \times 10 = 0,0011.$$

$$\varphi_{wl} = 1 + 5 \times 7,39 \times 0,0011 = 1,04.$$

$$36,86 < 0,3 \times 0,915 \times 1,041 \times 0,85 \times 0,9 \times 46,9 \times 20 = 205,05.$$

Умова виконується, а значить площа бетонного перерізу достатня.

Визначаємо довжину проєкції найбільш небезпечного похилого перерізу на поздовжню вісь плити:

$$c = \sqrt{\frac{\varphi_{b2} \cdot (1 + \varphi_f) \cdot R_{bt} \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0^2}{q_{пл}}}, \text{ см,}$$

$$c = \sqrt{\frac{2 \cdot (1 + 0,2425) \cdot 0,075 \cdot 0,9 \cdot 46,9 \cdot 20^2}{0,10758}} = 171,027 \text{ см.}$$

Обчислюємо сприймається бетоном зусилля в перерізі:

$$Q_{b2} = (\varphi_{b2} \times (1 + \varphi_f) \times R_{bt} \times \gamma_{b2} \times b \times h^2) / c, \text{ кН,}$$

$$Q_{b2} = (2 \times (1 + 0,24) \times 0,075 \times 0,9 \times 46,9 \times 20^2) / 171,03 = 18,4 \text{ кН,}$$

$$Q_{b1} = \varphi_{b3} \times (1 + \varphi_f + \varphi_n) \times R_{bt} \times \gamma_{b2} \times b \times h_0,$$

$$Q_{b1} = 0,6 \times (1 + 0,24) \times 0,075 \times 0,9 \times 46,9 \times h_{0,20} = 47,2 \text{ кН.}$$

Перевіряємо умову міцності бетонного перерізу:

$$Q \leq Q_b; 36,86 \text{ кН} < 47,2 \text{ кН. Умова виконується.}$$

Дані розрахунки демонструють, що запропоноване армування забезпечує відповідність плити перекриття нормативним вимогам міцності та жорсткості, дозволяючи продовжити її безпечну експлуатацію.

3 ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА НА МУРУВАЛЬНІ ТА МОНТАЖНІ РОБОТИ

3.1 Область застосування карти

Технологічна карта розроблена на кладку простих зовнішніх стін із цегли першого поверху офісної будівлі. Норми часу і склад ланки визначені відповідно до збірника ГН 3. Кам'яні роботи. Галузеві норми часу на будівельні, монтажні та ремонтно-будівельні роботи.

До складу робіт, що розглядаються в карті, входять: цегляна кладка стін; перестановка риштування; транспортні та такелажні роботи; улаштування захисних козирків.

Одночасно з кам'яними роботами ведуться монтажні роботи: укладання плит перекриття, сходів, шахт ліфтів. Допоміжні роботи: зварювання закладних елементів, бетонування швів.

3.2 Організація і технологія виконання робіт

До початку цегляної кладки стін мають бути виконані: роботи з організації будівельного майданчика; роботи зі зведення нульового циклу; геодезичне розбиття осей будівлі. Треба доставити на майданчик та підготувати до роботи баштовий кран, підмостки, необхідні пристрої, інвентар та матеріали.

Доставляють цеглу на піддонах бортовими машинами.

Розчин привозять розчиновозами і вивантажують до бункера.

Залізобетонні конструкції транспортують на спеціалізованих автомобілях.

Розвантаження цегли з автомашин здійснюють пакетами за допомогою спеціального захоплення. Складування цегли у пакетах передбачено на підготовленому майданчику.

Днища пакетів обов'язково закривають брезентовими фартухами, щоб не випадала цегла. Розчин подають на робоче місце інвентарним бункером роздатковим місткістю 1 м³ у металеві ящики місткістю 0,25 м³. Усі роботи з влаштування цегляної кладки стін виконують у літній період і ведуть у дві зміни.

У цьому проєкті офісну будівлю розбиваємо на 2 захватки. На поверсі стіну поділяємо на 3 яруси висотою 1,1 м.

Роботи з мурування організовані кільцевим методом, при якому ланки «трійки» переміщуються уздовж стіни, яку будують.

Після закінчення роботи на першій захватці муляри переходять на другу захватку, а монтажники починають укладання збірних елементів на першій. Така послідовність робіт зберігається при зведенні кожного поверху будівлі і називається горизонтальною схемою виконання виробничих процесів.

Відомо, що трудомісткість монтажних операцій та встановлення підмостків на поверсі, менше, ніж витрати часу на мурування, що може викликати затримку у роботі ланок платників і монтажників. Для виключення простоїв спеціалізовані ланки мулярів і монтажників, а також теслі і такелажники, що працюють на установці риштування і подачі матеріалів, об'єднуються в комплексну бригаду. Провідними у бригаді є ланки мулярів.

Процес цегляної кладки складається з наступних операцій:

- монтаж та переміщення підмостків;
- рубка цегли (при необхідності);
- підйом цегли та розкладка її на стіні;
- подавання та розрівнювання розчину на стіні;
- укладання цегли у верстові ряди, у забутку;
- контроль якості виконаних робіт.

Цегляну кладку стін ведуть чотирма ланками «двійка» у дві зміни за захватками та ярусами.

У процесі кладки стін робота у ланці «двійка» розподіляється так. Муляр (№ 1) 3 розряду встановлює рейку-порядовку, натягує причальний шнур для забезпечення прямолінійності кладки.

Інший муляр (№ 2) 3 розряду бере з пакета цеглини та розкладає їх.

Потім муляр № 2 розкладає розчин. У цей час муляр №1 веде кладку.

Після закінчення кладки муляр № 1 косинцем перевіряє горизонтальність рядів кладки. Товщину стін, довжину простінків та ширину віконних отворів заміряють метром. У разі відхилень муляр № 1 виправляє кладку, використовуючи правило та молоток. Після закінчення цегляної кладки на I ярусі, встановлюють шарнірно-пакетні риштування і муляри починають працювати на II ярусі.

Перевіряють справність риштувань і при необхідності ремонтують. Необхідно чистити риштування від розчину. Машиніст крана подає риштування до місця встановлення, а теслярі приймають і регулюють їх положення, плавно опускають на місце, стежачи за щільністю їх примикання до сусідніх риштування. Монтаж збірних конструкцій ведеться паралельно з цегляною кладкою. Залізобетонні перемички встановлюють по ходу кладки.

Організація робочого місця муляра

На продуктивність праці мулярів впливає правильна організація робочого місця (рис. 3.1), що представляє собою обмежену ділянку стіни, що зводиться, і частину риштування або перекриття, у межах яких складені матеріали і переміщуються робітники. Робоче місце організовано таким чином, щоб забезпечити безпеку працівників і найвищу продуктивність праці. Робоче місце перебуває в монтажній зоні крана; воно складається з трьох зон – робочої, розташування матеріалів і транспортної. Робоча зона шириною 0,6-0,7 м відводиться для роботи мулярів. Під зону розташування пакетів цегли, ящиків із розчином відводять смугу шириною 1–1,1 м, а для зони проходу інших працівників – 0,8 м. Загальна ширина робочого місця ланки мулярів становить 2,5–2,6 м. Матеріали розташовують з урахуванням умов роботи. До початку роботи готують цеглу на 2–4 години. Причому розчин подають перед самим початком роботи мулярів. При зведенні глухих стін чотири піддони з цеглою почергово розташовують із ящиками з розчином на відстані 3,6 м між їхніми поздовжніми осями (рис.3.1, а). При кладці стін з прорізами цеглу розташовують

проти простінків, а ящики з розчином – проти отворів (рис.3.1, б). Виконання кладки супроводжується суміжними та допоміжними роботами. Кран подає матеріали до робочих місць. Після закінчення кладки на висоту ярусу теслярі встановлюють риштування. Одночасно необхідно закріпити захисні козирки на стінах. Після завершення кладки поверху монтажники приступають до монтажу плит перекриття, сходів, перегородок.

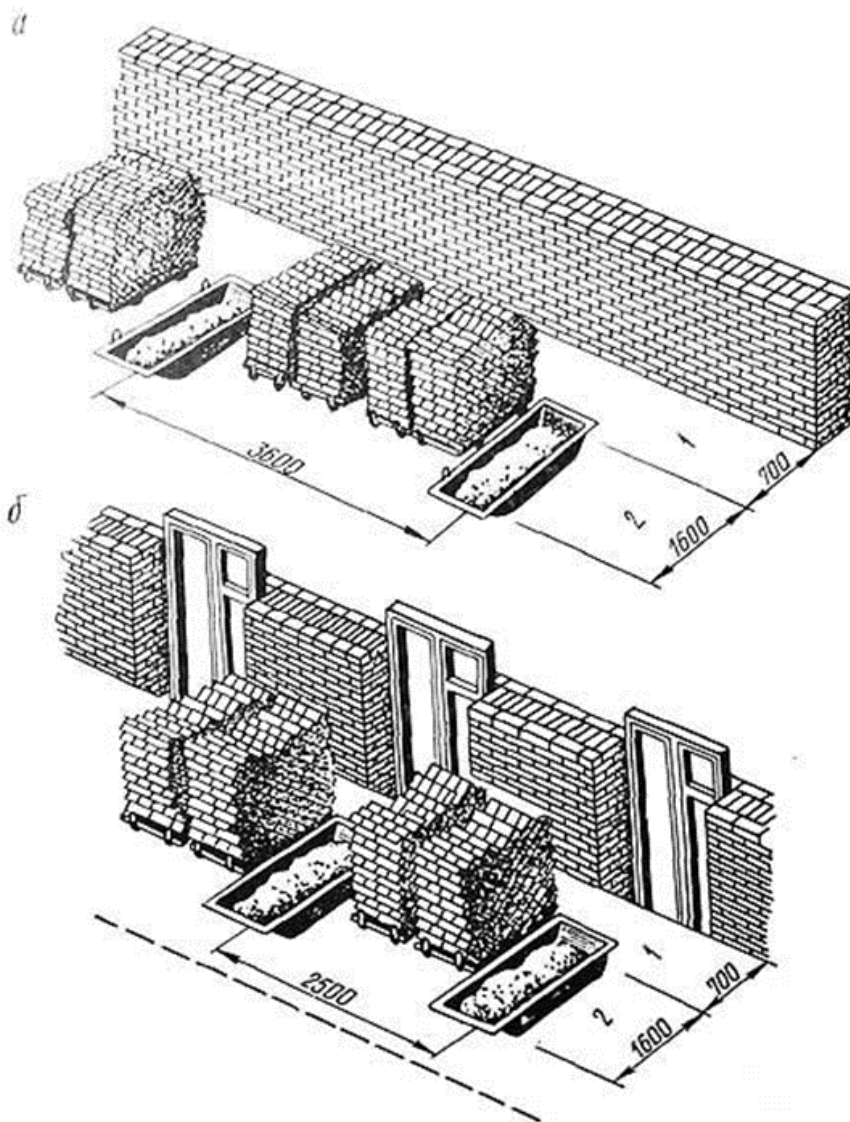


Рисунок 3.1 – Організація робочого місця муляра
а – для «глухої» стіни; б – для стіни із віконними отворами

Мулярі розподілені по ділянках для виконання їх робіт. Довжина ділянок визначається за формулою

$$L = (n_{прац.} \times t_{зміни} \times k_{проріз}) / (a \times h_{ярус} \times H_{часу}),$$

де $t_{зміни}$ – тривалість зміни, год;

$n_{прац.}$ – склад ланки, осіб;

$k_{проріз}$ – коефіцієнт прорізів стін; $k_{проріз} = 1,1 - 1,2$;

a – товщина стіни, м;

$h_{ярус}$ – висота ярусу, м; $h_{ярус} = 1,2$ м.

$H_{часу}$ – норма часу.

Для зовнішніх стін: $L_{зовн} = (4 \times 8 \times 1,2) / (0,51 \times 1,2 \times 4,4) = 12$ м.

Для внутрішніх стін: $L_{внутр} = (4 \times 8 \times 1,1) / (0,38 \times 1,2 \times 5,6) = 6$ м.

Для перегородок: $L_{перегор} = (1 \times 8 \times 1,1) / (0,21 \times 1,2 \times 5,6) = 6$ м.

Таким чином, зовнішні стіни будинку розбито на дві захватки довжиною по 12 м. На кожній захватці працює 4 робітника, внутрішні стіни розбито на дві захватки довжиною по 12 м та по 4 працівника на кожній, перегородки розбито на 4 захватки по 6 та 3 метри, кладку перегородок виконує один муляр.

3.3 Визначення обсягів робіт

Для визначення необхідних для будівництва офісного центру обсягів матеріалів і ресурсів, тривалості виконання кам'яних робіт обсяги кам'яних та монтажних робіт розраховують відповідно до Галузевих норм часу на будівельні, монтажні та ремонтно-будівельні роботи Збірник ГН 3 «Кам'яні роботи». Піднесення матеріалів понад 5 м слід нормувати за збірником ГН 1 «Внутрішньо-будівельні транспортні роботи». Об'єми робіт із цегляної кладки стін і перегородок визначають за їх зовнішніми розмірами за виключенням прорізів. З об'єму кладки не виключаються об'єми ніш, залізобетонних перемичок, що встановлюються у процесі кладки, борозн, гнізд для балок, місць закладання в стіни плит перекриття, карнизних та балконних плит, а також викладених із цегли вентиляційних та димових каналів тощо.

З об'єму кладки виключаються такі об'єми: віконних та дверних прорізів, клинчастих перемичок та вентиляційних каналів із блоків, залізобетонних перемичок, що встановлюються робітниками інших професій (не мулярами).

Нормами передбачено застосування цементного розчину для кладки та розшивання швів. У разі застосування вапняного або вапняно-цементного розчинів до норм відповідних параграфів застосовується коефіцієнт 0,87. 17.

Нормами передбачено виконання робіт на висоті до 15 м від рівня землі. У разі виконання робіт на висоті понад 15 м на кожний наступний 1 м висоти норми збільшуються на 0,5 %.

Таблиця 3.1 – Визначення обсягів кам'яних робіт

№	Найменування видів кладки, товщина	Площа стін, м ²	Площа прорізів, м ²			Площа за винятком прорізів, м ²	Обсяг, м ³
			вікон	дверей	загальні		
1	Кладка зовнішніх стін, 510 мм	197,94	14,58	24,24	38,82	159,12	81,15
2	Кладка внутрішніх стін, 380 мм	105,00	–	3,40	3,40	101,60	38,61
3	Кладка перегородок, 210 мм	97,56	–	20,08	20,08	77,48	16,27
	Разом						136,03

3.4 Калькуляція витрат праці

Щоб оцінити можливі витрати праці та використання машин для зведення офісної споруди розрахована калькуляція працевитрат та машиновитрат. Це дозволить керувати витратами для досягнення економічної ефективності проєкту. При виконанні робіт рекомендовано застосовувати прогресивні методи праці, сучасний інструмент, інвентарні засоби та устаткування. Прийняті прості зовнішні стіни із ускладненими частинами загальною площею до 10 % від площі

фасадної сторони зовнішніх стін. Прорізність стін визначається відношенням площі прорізів до площі стін (зовнішніх або внутрішніх) у межах поверху.

Таблиця 3.2 – Калькуляція витрат праці та машинного часу на зведення зовнішніх стін типового поверху

Обґрунтув.	Найменуєв. процесу	Од. вим.	Обсяг робіт	Норма часу		Витрати праці	
				люд.-год.	маш.-год.	люд.-год.	маш.-год.
ГН 3-3Б, п.4 а	Кладка зовнішніх стін	м ³	265	3,8	–	1007	–
ГН 3-20А, т.2, п.3 а, б	Установка пакетних риштувань	10 м ³	26,5	0,93	0,31	24,6	8,2
ГН 1-9	Розвантаж цегли краном	1 пакет	163	0,28	0,14	45,64	22,82
ГН 1-7, п.1	Підйом цегли краном	1000 шт.	104	0,836	0,418	86,94	43,5
ГН 1-12	Підйом розчину	м ³	66	0,28	–	18,5	–
ГН 1-7, п.28 а, б	Розвантаж краном риштувань	100 т	0,17	13	6,4	2,21	1,09
ГН 1-7	Розвантаж щитів для улаштув. захисних піддашків	100 т	0,04	13	6,4	0,52	0,25
ГН 6-52, п.20, 21	Улаштув захисних піддашків	100 м	1,38	22,2	-	30,6	-
	Разом:					1243,71	

3.5 Вибір монтажних кранів за технічними параметрами

На об'єкті прийнято об'єднане виконання кам'яних та монтажних робіт. Кран використовується для підняття піддонів із цеглою, бункерів із розчином, риштування та інших матеріалів і конструкцій. Кран по черзі працює і з мулярами, і з монтажниками.

Конфігурація будівлі, а також розміри її у плані впливають на вибір баштового крану.

Визначають потрібні параметри крану: вантажопідйомність, висоту піднімання крюка, виліт стріли.

Монтажний кран вибираємо за такими технічними параметрами:

Q_m – вантажопідйомність, т; визначають як суму ваги монтованого елемента і ваги стропів, траверс, захоплень (такелажних пристосувань);

H_m – монтажна висота підйому гака, м;

$L_{стр.}$ – необхідний виліт стріли крану, м.

Перш за все необхідно вибрати такелажні пристосування для підйому конструкцій за вагою, розмірами і видом конструкції, за довідковою літературою. На об'єкті будівництва самий важкий елемент – плита перекриття ($m_{ел} = 3,44$ т). Вага монтажного пристрою (4-гілковий строп) – $m_{строп} = 0,09$ т.

$$Q_m = 3,44 + 0,09 = 3,53 \text{ т.}$$

Монтажна висота підйому вантажного гака визначається за формулою:

$$H_{гак} = h_0 + h_{запас} + h_{елемент} + h_{строп}, \text{ м,}$$

де h_0 – висота будівлі, м; $h_0 = 17,3$ м;

$h_{запас}$ – запас по висоті, необхідний для установки елемента; за вимогами техніки безпеки приймається рівним 0,5–2 м;

$h_{елемент}$ – висота елемента, що підлягає монтажу, м; $h_{елемент} = 0,3$ м;

$h_{строп}$ – висота пристосування у робочому положенні, м; $h_{строп} = 3$ м.

$$H_{гак} = 17,3 + 0,5 + 0,3 + 3 = 21,1 \text{ м.}$$

Необхідний мінімальний виліт стріли для щонайдовшого елемента (у роботі, плита покриття), визначається за формулою:

Виліт стріли: $L_c = l_1 + l_2 + l_3$,

де l_1 – половина ширини колії баштового крану, $l_1 = 3,75$ м.

l_2 – відстань між зовнішньою поверхнею будівлі та межею близько лежачої рейки, $l_2 = 2,5$ м;

l_3 – відстань між зовнішніми стінами цокольної частини будівлі,
 $l_3 = 17,6$ м.

$$L_c = 3,75 + 2,5 + 17,6 = 23,85 \text{ м.}$$

Визначивши їх та використавши технічні характеристики кранів, вибираємо кран графічним методом.

Цим параметрам відповідає баштовий кран КБ-100.2.

3.6 Підбір механізмів, пристосувань та інструменту

Розчино-бетонні суміші доставляються на будівельний майданчик у готовому вигляді автобетонозмішувачем (АБЗ). Для прийому та видачі розчину прийнято розчинний вузол місткістю до 2 м^3 , який використовується для прийому, підігріву, перемішування та порційної видачі товарного розчину у витратну тару муляра місткістю до $1,2 \text{ м}^3$. Для вивантаження двох пакетів цегли з автомобіля та подавання їх до робочого місця муляра призначений щелепний захват вантажністю $1,5 \text{ т}$.

До місця укладки суміш подається за допомогою крану баддями.

Щоб забезпечити найбільшу продуктивність праці мулярів кладку висотою розбивають на яруси висотою $1,2$ м, а кожен ярус виконують з підмостки, що встановлюються на перекритті і дозволяють виконувати кладку в межах висоти поверху. Підмостки повинні бути зручними при встановленні та транспортуванні; задовольняти вимоги техніки безпеки; використовуватися багаторазово, тобто бути інвентарними. Для освітлення робочого місця у темну пору доби призначена розсувна рама з телескопічною стійкою, спорядженою плафонами.

Таблиця 3.3 – Матеріально-технічні ресурси

№ з/п	Найменування	Од. виміру	Кількість
1	Цегла	тис. шт.	68,1
2	Розчин М-25	м ³	43,0
3	Конструкції збірні:		
	– перемички	шт.	112
	– сходинокві майданчики	шт.	2
4	Шарнірно-панельні підмости	шт.	44

Для виконання вантажно-розвантажувальних робіт використовується канатний строп 4СК вантажопідйомністю 3,2 т, довжиною 1,5м.

Для виконання робіт з монтажу плит ланка робітників повинна бути забезпечена ручним інструментом: розчинна лопата; сталевий монтажний лом; металева щітка; висок; дерев'яна рейка довжиною 2 м. До основного виробничого інструменту належать кельма, молоток, розчинна лопата, розшивка, причальні скоби, причальний шнур, проміжний маяк. Для рубання та тесання цегли, керамічного каменю уживається спеціальний мулярський молоток вагою близько 0,5 кг та з дерев'яною ручкою до 30 см. Для дотримання горизонтальності мурованих рядів призначається кручений шнур 1,5–3 мм завтовшки, який натягають удовж стіни.

Для перевірки якості кладки використовують контрольно-вимірювальний інструмент – складаний метр, рулетка, рівень та шаблон.

Таблиця 3.4 – Машини, обладнання, механізований інструмент,
інвентар і пристосування

№	Найменування	Тип	Марка	Кількість	Технічна характерист.
1	Кран	баштовий	КБ-100.2	1	$Q_{max} = 5\text{т};$ $L_{стр} = 24\text{ м};$ $H_{гак} = 22\text{ м}.$
2	Прожекторна щогла		ПЗЗ-45	6	Потужність лампи 500Вт
3	Підмостки	інвентарні		30	
4	Пристосування	Для підйому		2	
5	Ящики	Для розчину		4	$V_{ящ} = 0,25\text{ м}^3$
6	Кельма	Комбінована		15	
7	Ківш-лопата			8	
8	Молоток	Кілочка		15	
9	Розшивання	РВ-1		8	
10	Розшивання	РВ-2		8	
11	Порядовка			6	
12	Захват	Для монтажу		2	
13	Траверса	Для монтажу		1	
14	Тура	Для кріплення перегородок		2	
15	Шнур	Причалювання		12	
16	Рівень	Будівельний		4	
17	Схил	Будівельний		8	$m = 0,4\text{ кг}$
18	Рейка-висок			2	
19	Метр	Складаний	М-1	2	
20	Косинець	Дерев'яний		4	
21	Правило	Дюралюмінієве		4	2м
22	Лопата	Розчинна ЛР-2		4	$m = 2,2\text{ кг}$
23	Рулетка	Металева	РС-20	2	
24	Теодоліт	Оптичний	2Т-3ОП	2	
25	Нівелір	Оптичний	Н-3	2	
26	Рейка	Нівелірна	Р-3	4	
27	Лом	Монтажний	ЛМ	4	$m = 5,6\text{ кг}$
28	Молоток	Теслярський	МПЛ	4	$m = 0,8\text{ кг}$
39	Сокира		А-2	4	$m = 1,97\text{ кг}$
30	Ножівка	По дереву	1.2.3	2	$m = 0,54\text{ кг}$
31	Кліщі		КС-180	2	$m = 0,35\text{ кг}$
32	Лом		ЛД-16	2	$m = 5,6\text{ кг}$

3.7 Вимоги до якості і приймання кам'яних і монтажних робіт

У процесі кладки перевіряють прямолінійність стін, вертикальність поверхонь і кутів кладки, горизонтальних рядів, товщину швів.

Перевірку вертикальності кладки у кутах і чвертях прорізів проводять не рідше двох разів на кожен метр висоти кладки.

Горизонтальність рядів кладки перевіряють правилом у процесі кладки і нівеліром після того, як викладений кожен поверх.

Відхилення поверхні і кутів кладки від вертикальності не повинно перевищувати 10 мм на один поверх і 30 мм на всю будівлю. Відхилення рядів кладки від горизонталі допускається не більше 20 мм на 10 м довжини стіни.

Таблиця 3.5 – Вимоги з контролю якості робіт

Відхилення	Цегла керамічна	
	стіни	стовпи
Відхилення від проектних розмірів:		
товщина	15	10
відмітка опорних поверхонь		
ширина:	-10	-10
Простінків	-15	-
Прорізів	+15	-
зміщення осей:		
суміжних віконних прорізів	20	-
конструкцій	10	10
Відхилення поверхонь і кутів кладки від вертикалі:		
на один поверх	10	10
на всю будівлю	30	30
Відхилення рядів кладки від горизонталі на 10 м довжини стіни	15	-
Нерівності на вертикальній поверхні кладки, виявлені при накладанні рейки довжиною 2 м	10	5

Точність розмірів плит перекриття слід перевірити сталеву рулеткою. Середня похибка контрольних вимірів не повинна перевищувати 10% на контрольований параметр.

При монтажі плит перекриття необхідно контролювати величини зміщення осей щодо геометричних осей опорних конструкцій; відхилення відстаней між осями; зміщення у плані плит перекриття щодо їх проєктного положення на опорних поверхнях.

Відстань між осями перевіряють рулеткою, враховуючи її провисання і температуру. Відмітки лицьових поверхонь плит контролюють нівеліром. Положення плит у плані перевіряють сталевим метром.

Таблиця 3.6 – Техніко-економічні показники кладки

№ п/п	Найменування показника	Од. виміру	Кількість
1	Тривалість робіт	доба	6
2	Трудомісткість робіт	люд.-доба	162
3	Виробітка на 1 муляра	м ³ /люд.-доба	1,46
4	Машино-місткість	маш.-змiна	12

3.8 Заходи із забезпечення охорони праці

Мурувальні роботи виконуються згідно з вимогами ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека в будівництві.

Риштування і помости, на яких працюють муляри, повинні бути міцними і стійкими. Навантаження на настили риштувань та помостів не повинні бути більше встановлених проєктом. На настилах не допускається скупчення людей, матеріалів, понад встановлені нормами. Ширина настилів риштування при виробництві мулярних робіт повинна бути не менше 2 м. Підйом і спуск людей на риштування і помости допускається тільки надійно закріпленими сходами.

При транспортуванні цегли у вертикальному напрямку пакети обов'язково огороджують, щоб виключити падіння каміння. При кам'яних роботах у небезпечних місцях мулярі повинні пристібати монтажні пояси до надійних конструкцій. Розшивку зовнішніх швів кладки слід виконувати після укладання з перекриття або риштування, не можна перебувати на стіні під час виконання цієї операції. При перервах у роботі зі стін повинні бути прибрані всі матеріали та інструменти. Коли кладку ведуть із внутрішніх помостів, по всьому периметру будівлі встановлюють захисні козирки відповідно до вимог ДБН.

Працівники повинні інструктаж з техніки безпеки, навчитися безпечним методам робіт. Зварювальники і стропальники, діяльність яких пов'язана з особливою небезпекою, допускаються до роботи тільки після отримання відповідних посвідчень, які підтверджують їх кваліфікацію. Усіх учасників робочого процесу треба забезпечити спецодягом, а також засобами індивідуального захисту. Висотні ділянки і отвори в стінах повинні бути огорожені і позначені. Виконання робіт на висоті повинно здійснюватися тільки за умови наявності закріпленого монтажного поясу. Якщо роботи проводяться на відкритому повітрі або в неопалюваних приміщеннях при температурі нижче 100 °С, на об'єкті повинні бути передбачені приміщення для обігріву. Повні і порожні піддони і мульди транспортуються виключно за допомогою вантажопідйомних механізмів. Ручне перенесення піддонів не допускається. Особливу увагу слід приділити дотриманню правил пожежної безпеки. Всі об'єкти слід обладнати засобами пожежогасіння.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні

Забезпечення охорони праці під час зведення офісної споруди в місті Черкаси є одним із ключових аспектів організації будівельного процесу, адже саме законодавчі норми визначають рамки та механізми створення безпечних умов для працівників. Основою правового регулювання виступає Закон України «Про охорону праці», який встановлює обов'язки роботодавця щодо створення безпечних і нешкідливих умов праці, проведення інструктажів, навчання персоналу та забезпечення засобами індивідуального захисту. Закон також визначає права працівників на відмову від виконання робіт у разі виникнення загрози їх життю чи здоров'ю, що є важливим елементом превентивної безпеки [10].

Не менш значущим є Кодекс законів про працю України, який інтегрує положення охорони праці в загальну систему трудових відносин. Він регламентує відповідальність роботодавця за порушення вимог безпеки, порядок розслідування нещасних випадків та гарантії працівникам у разі втрати працездатності. В сфері будівництва це має особливе значення, адже роботи часто пов'язані з підвищеним ризиком, і саме трудове законодавство забезпечує юридичний захист працівників [12].

Крім загальних законодавчих актів, в будівельній галузі застосовуються спеціалізовані нормативні документи, зокрема ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення». Цей документ встановлює вимоги до організації робочих місць, використання будівельної техніки, проведення монтажних та висотних робіт, а також визначає заходи щодо попередження виробничого травматизму. ДБН враховує специфіку технологічних процесів та ризики, що виникають під час зведення багатоповерхових споруд, і є базовим нормативом для забезпечення безпеки працівників на будівельному майданчику [13].

Законодавче забезпечення охорони праці в будівництві офісної споруди в Черкасах базується на комплексному поєднанні загальних правових норм та спеціалізованих будівельних стандартів. Це дозволяє гарантувати створення безпечних умов праці, попередження виробничого травматизму, дотримання вимог промислової безпеки та формування культури охорони праці на підприємстві.

4.2 Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек

Умови праці на будівельному майданчику офісної споруди в місті Черкаси характеризуються високим рівнем ризику, що зумовлено складністю технологічних процесів, використанням важкої техніки та матеріалів, а також необхідністю виконання робіт на висоті. Працівники постійно перебувають у зоні дії різноманітних небезпечних та шкідливих факторів, які можуть призвести до травмування, професійних захворювань або аварійних ситуацій.

Найбільш поширеними є механічні небезпеки, що виникають внаслідок падіння з висоти, обвалення конструкцій, падіння інструментів чи матеріалів, а також ураження рухомими частинами машин і механізмів. Важливим чинником ризику є електричні небезпеки, пов'язані з монтажем електромереж, використанням електроінструментів та можливими пошкодженнями кабельних систем, що створюють загрозу ураження струмом.

До шкідливих факторів належать хімічні впливи, зокрема пил цементу, гіпсу та інших будівельних сумішей, який може спричиняти захворювання органів дихання, а також випари фарб, лаків, клеїв і розчинників, що негативно впливають на нервову систему та органи дихання.

Фізичні фактори включають постійний шум від роботи будівельної техніки, який може призвести до зниження слуху та підвищеної втоми, вібрацію від відбійних молотків і перфораторів, що негативно впливає на опорно-руховий апарат, а також екстремальні температурні умови на відкритому майданчику, які створюють ризик переохолодження чи перегріву. Додатково небезпеку становить

недостатнє освітлення у внутрішніх приміщеннях, що може спричинити аварійні ситуації.

Особливу увагу слід приділити пожежо- та вибухонебезпечним факторам, адже використання легкозаймистих матеріалів, газових балонів та електрозварювальних апаратів створює реальну загрозу виникнення пожежі чи вибуху.

Не менш важливими є психофізіологічні фактори, пов'язані з перевтомою, стресом, високою інтенсивністю праці та монотонністю робіт, що можуть призвести до зниження уваги та підвищення ризику травматизму.

Організаційні небезпеки виникають в разі недостатнього контролю за дотриманням правил безпеки, відсутності інструктажів, порушення технологічної дисципліни та несвоєчасного забезпечення працівників засобами індивідуального захисту.

Умови праці на даному об'єкті характеризуються комплексом небезпек і шкідливих факторів, які потребують системного управління ризиками, впровадження ефективних заходів колективного та індивідуального захисту, а також суворого дотримання вимог законодавства та нормативних документів. Лише комплексний підхід до організації охорони праці дозволить мінімізувати ризики, забезпечити безпеку працівників і створити умови для успішного завершення будівництва офісної споруди.

4.3 Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на об'єкті проектування

Монтаж системи фасадного скління офісної споруди в місті Черкаси є складним видом робіт, що поєднує технологічні, організаційні та психофізіологічні ризики. Працівники під час виконання цього процесу стикаються з низкою небезпек, які можуть призвести до серйозних наслідків.

Робота зі скляними панелями вимагає використання спеціальних підйомних механізмів, точності у кріпленні та постійного контролю за безпекою

на висоті. Важливим є те, що скління фасаду поєднує одразу кілька груп небезпек: механічні, фізичні, хімічні та психофізіологічні.

Найбільш критичним ризиком є падіння працівника з висоти, що може мати смертельні наслідки. Не менш небезпечним є падіння скляної панелі, яка має значну вагу та може спричинити тяжкі травми як для працівників, так і для сторонніх осіб. Уламки скла становлять додаткову загрозу, адже порізи та ушкодження можуть бути масовими у випадку аварійної ситуації. Використання електроінструментів створює ризик ураження електричним струмом, особливо при недотриманні правил експлуатації. Психофізіологічні фактори, такі як перевтома, стрес та висока концентрація уваги під час роботи на висоті, можуть призвести до помилок, що збільшують ймовірність аварій.

Для систематизації ризиків використовується матриця небезпек (табл. 4.1), яка дозволяє оцінити рівень ризику за ймовірністю та тяжкістю наслідків.

Таблиця 4.1 – Матриця небезпек для монтажу фасадного скління

Небезпека	Ймовірність	Наслідки	Рівень ризику
Падіння працівника з висоти	Висока	Дуже тяжкі (смертельні)	Критичний
Падіння скляної панелі	Середня	Тяжкі (травми, ушкодження)	Високий
Ушкодження від уламків скла	Середня	Середні (порізи, травми)	Середній
Ураження електричним струмом	Низька	Тяжкі (опіки, травми)	Середній
Перевтома, стрес	Висока	Легкі–середні (зниження уваги, помилки)	Середній

Для зниження ризиків необхідно застосовувати комплекс заходів безпеки. Падіння працівників з висоти запобігається використанням страхувальних

систем, монтажних поясів, огорожень та проведенням регулярних інструктажів. Щоб уникнути падіння скляних панелей, слід застосовувати вакуумні підйомники, контролювати кріплення та організувати роботу в парі, обмежуючи доступ сторонніх осіб до небезпечної зони.

Ушкодження від уламків скла можна мінімізувати завдяки використанню захисних окулярів, рукавиць та спецодягу (рис.4.1), а також дотриманню правил транспортування та утилізації відходів. Для запобігання ураженню електричним струмом необхідно перевіряти інструменти перед роботою, використовувати ізольовані кабелі та проводити навчання персоналу. Перевтома та стрес знижуються завдяки раціональному режиму праці, перервам, психологічній підтримці та ротатції персоналу.



Рисунок 4.1 – Захисні рукавички та окуляри

Окрім зазначених заходів, існують загальні вимоги безпеки до виконання робіт із фасадним склінням. По-перше, усі працівники повинні пройти інструктаж з охорони праці та навчання безпечним методам роботи на висоті.

По-друге, робочі місця мають бути обладнані огороженнями, а доступ до небезпечних зон - обмежений. По-третє, необхідно забезпечити працівників засобами індивідуального захисту: касками, рукавицями, захисними окулярами, монтажними поясами. По-четверте, слід організувати постійний контроль за технічним станом інструментів і підйомних механізмів. По-п'яте, роботи повинні виконуватися лише за сприятливих погодних умов, адже сильний вітер чи опади значно підвищують ризик аварійних ситуацій. Нарешті, важливим є дотримання режиму праці та відпочинку, що дозволяє знизити психофізіологічне навантаження на працівників.

Монтаж фасадного скління є складним і небезпечним видом робіт, який потребує системного управління ризиками та суворого дотримання вимог безпеки. Виконання зазначених заходів дозволяє мінімізувати ймовірність травматизму, забезпечити захист працівників та створити умови для успішного завершення будівництва офісної споруди.

4.4 Розробка організаційно-технічних, архітектурно-планувальних заходів, спрямованих на покращення умов праці на об'єкті проєктування

Зведення офісної споруди в місті Черкаси вимагає комплексного підходу до організації безпечних умов праці, що базується на дотриманні ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві». Першочерговим заходом є правильна організація самого будівельного майданчика, який має бути огорожений по всьому периметру захисними конструкціями, що запобігають доступу сторонніх осіб та убезпечують перехожих від падіння предметів з висоти. Важливо обладнати місця для проходу людей та проїзду техніки, чітко розділивши зони складування матеріалів, роботи кранів та виконання монтажних робіт. Для працівників обов'язковим є забезпечення санітарно-побутовими приміщеннями, де можна переодягнутися, зігрітися в холодну пору року,

прийняти їжу та відпочити, при цьому суворо забороняється використовувати ці тимчасові будівлі для проживання.

Організаційні заходи включають розробку та затвердження проєкту виконання робіт, без якого ведення будь-яких будівельно-монтажних робіт категорично забороняється, а також призначення відповідальних осіб за безпечне ведення робіт та координатора з питань охорони праці. Всі працівники, залучені до будівництва, повинні пройти відповідні інструктажі та бути забезпечені засобами індивідуального захисту, зокрема касками, спецвзуттям та монтажними поясами при роботі на висоті.

Архітектурно-планувальні рішення для покращення умов праці на об'єкті в місті Черкаси мають враховувати природно-кліматичні особливості регіону. Оскільки будівельні роботи часто виконуються просто неба, важливо передбачити заходи захисту від несприятливих погодних умов, таких як сильний вітер, опади або низькі температури в зимовий період.

Планування робочих місць має забезпечувати достатнє природне освітлення у світлий час доби та організацію ефективного штучного освітлення для роботи в вечірній або нічний час, що безпосередньо впливає на зниження ризику травматизму. Раціональне просторове планування будівлі з чітким розмежуванням «брудних» та «чистих» зон дозволяє зменшити вплив шуму, вібрації та запиленості на працівників. Наприклад, офісні приміщення доцільно розташовувати з навітряного боку або обладнати їх сучасними системами вентиляції та кондиціонування, ізолюючи від виробничих зон, де працюють будівельні механізми. Внутрішнє планування має враховувати вимоги ергономіки: ширина коридорів, дверних прорізів та розташування робочих місць повинні забезпечувати безперешкодний рух людей та евакуацію в разі надзвичайної ситуації. Також слід враховувати необхідність створення умов для маломобільних груп населення, що впливає на влаштування пандусів та розширення дверних отворів.

Окремим комплексом заходів виступає забезпечення безпеки під час воєнних дій, що є критично важливим для міста Черкаси. Проєкт будівництва

офісної споруди має включати інженерно-технічні заходи цивільного захисту, зокрема влаштування найпростішого укриття або пристосування підвальних приміщень для захисту персоналу під час повітряної тривоги. Ці приміщення мають бути оснащені системами фільтровентиляції, запасами води та медичних засобів, а також автономним освітленням.

Під час виконання робіт необхідно організувати систему оповіщення, яка дублюється звуковими сигналами, що перекривають шум будівельної техніки. Слід розробити чіткий алгоритм дій для працівників: порядок відключення електроінструменту та механізмів, маршрути руху до укриття та список відповідальних за перевірку наявності людей.

В умовах можливих перебоїв з електропостачанням доцільно передбачити резервні джерела живлення для критично важливих систем та будівельного обладнання, що забезпечує безпеку, зокрема для освітлення евакуаційних шляхів. Крім того, під час дії воєнного стану рекомендується посилити маскувальні заходи на будівельному майданчику в нічний час, щоб не демаскувати об'єкт, та обмежити використання яскравого освітлення, яке може бути помітне з повітря.

Також важливо навчити працівників правилам домедичної допомоги при пораненнях, оскільки ризик отримання травм внаслідок бойових дій зростає, а проїзд швидкої допомоги може бути ускладнений. Узгодження цих питань із місцевими органами влади та територіальною обороною є невід'ємною частиною підготовки будівельних робіт в прифронтових або потенційно небезпечних регіонах, таких як Черкащина.

Висновки

Розділ Охорона праці окреслює правові основи, аналіз умов праці, ідентифікацію небезпек, оцінку ризиків та комплекс заходів для будівництва офісної споруди в Черкасах. Найвищий пріоритет мають ризики з великою ймовірністю та тяжкими наслідками (падіння з висоти, падіння важких елементів, пожежі). Для їх мінімізації необхідне поєднання архітектурно-планувальних рішень, технічних засобів захисту, організаційних заходів і навчання персоналу.

Система контролю – регулярні техогляди, документовані інструктажі та моніторинг інцидентів – забезпечує оперативне виявлення й усунення недоліків.

Розвиток культури безпеки, ротація персоналу та дотримання режиму праці й відпочинку знижують психофізіологічні ризики. Поетапне впровадження запропонованих заходів забезпечить зниження травматизму, покращення умов праці та підвищення ефективності будівництва. Забезпечення безпеки і здоров'я працівників на будівництві у мирний час потребує багато зусиль і ресурсів. В умовах війни будівництво суттєво ускладнюється навіть на умовно безпечних територіях. Навколишнє середовище, зокрема робоче, раптово стає максимально ворожим та підступним. Раптово виникає необхідність дуже швидко приймати відповідальні рішення. Бойові дії стають справжніми зовнішніми небезпечними чинниками, які суттєво підвищують ризики настання додаткових нещасних випадків на роботі, що є нехарактерними для мирного часу та мають наслідки різного ступеня тяжкості. В Україні нещасні випадки зі смертельними наслідками, спричинені бойовими діями, становлять майже половину загального смертельного травматизму на роботі в умовах російської агресії. Забезпечення безпеки праці в умовах воєнного часу набуває високого пріоритету. Будівлі (зокрема, офісна споруда) тепер мають будуватися, реконструюватися та відбудовуватися з обов'язковим облаштуванням сховищ/укриття, бажано подвійного призначення, оскільки приміщення мають постійно «працювати», інакше вони стають непридатними для перебування в них людей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Клімат Черкас [Архівовано 25 січня 2010 у Wayback Machine.] (підготовлено Вишневським В. І.) на сайті meteorprog.ua (Погода в Україні й світі. Прогноз погоди) [Архівовано 13 вересня 2009 у Wayback Machine.]
2. Кічаєва О. В. Будівництво у складних інженерно-геологічних умовах : конспект лекцій для студентів очної та заочної форм навчання другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія / О. В. Кічаєва ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 51 с.
3. Проблеми та перспективи розвитку житлової забудови в умовах комплексної реконструкції міста : монографія / [Ю. І. Гайко, Т. В. Жидкова, Т. М. Апатенко та ін.; за заг. ред. Ю. І. Гайка, Т. В. Жидкової] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 247 с.).
4. Корнус А. О. Фізична географія України (загальні закономірності природи) : Навчальний посібник. – Суми: Інститут стратегій інноваційного розвитку і трансферу знань, 2022. – 128 с. ISBN 978-617-8246-01-3
5. Grachev, A. Геологічна будова України. geomap.land.kiev.ua (укр.). Процитовано 17 серпня 2023.
6. ДБН В.2.2-41:2019 «Висотні будівлі. Основні положення». – Наказ від 26.03.2019 р. № 86 Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. – ВН01:9967-5696-3007-0350.
5. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. Київ. – Мінрегіон України. – 2016. – 192 с.
6. ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. Київ. – Мінрегіон України. – 2013. – 223 с.
9. Гандзюк М. П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. Основи охорони праці: Підручник. 5-е вид. / За ред. М. П. Гандзюка. – К.: Каравела, 2011. – 384 с.

10. ДСТУ Б В.2.5-38:2008 Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд. . – Київ : Мінрегіонбуд України, 2008. – 54 с.

11. Конструкції будівель і споруд. Книга 1: підручник / Під ред. Гетун Г. В. – Київ: Ліра – 2021р. – 816 с.

12. Методичні рекомендації до виконання розрахунково-графічної роботи з навчальної дисципліни «Технологія будівельного виробництва» для здобувачів 3 курсу денної та заочної форм навчання першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія (освітні програми «Міське будівництво і господарство») / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. : Н. М. Золотова; О. Ю. Супрун. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. – 22 с.

13. Якименко О. В. Технологія будівельного виробництва : навч. посіб. / О. В. Якименко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 175 с.

14. Основи охорони праці та безпеки життєдіяльності : навч. посіб. / МОН України, Уманський держ. пед. ун-т імені Павла Тичини ; уклад. Н. В. Баличева. – Умань : Візаві, 2023. – 273 с. <https://dspace.udpu.edu.ua/bitstream>

15. Про охорону праці : Закон України від 14 жовт. 1992 р. № 2694-ХІІ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>

16. Кодекс законів про працю України : Закон України від 10 груд. 1971 р. № 322-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08>

17. ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення». – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009.

18. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм навчання зі спеціальності G19 – Будівництво та цивільна інженерія, освітньо-професійна програма «Промислове та цивільне будівництво») / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : К. В. Спіранде, С. В. Бутенко, С. В. Бутнік, В. А. Александрович, О. В. Кабусь. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2026. – 31 с. – Режим доступу: <https://eprints.kname.edu.ua/76061/>