

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд і технологій
(повна назва факультету)
Будівельної механіки
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавра
(назва освітнього ступеня)

На тему: **Проект реконструкції частини будівлі Профспілок в місті**
Тернопіль під бізнес центр

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МБ-41
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

<u>Грищук М.І.</u>
(прізвище та ініціали)

(підпис)

Керівник

(підпис)

Биків Н.З.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Мещерякова О.М.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Ясній В.П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Кошалко С.А.

(прізвище та ініціали)

Тернопіль 2026

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет _____ Факультет інженерії машин, споруд і технологій
(повна назва факультету)
Кафедра _____ Будівельної механіки
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Ясній В.П.

(підпис) _____ (прізвище та ініціали)
«22» _____ січня _____ 2026 р.

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня _____ Бакалавр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю _____ 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва спеціальності)
студенту _____ Грищук Максим Іванович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект реконструкції частини будівлі Профспілок в місті Тернопіль
під бізнес центр

Керівник роботи _____ Биків Назарій Зіновійович доктор філософії
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 22 » січня _____ 20 26 року № 4/9-53

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____ 09.06.2026
3. Вихідні дані до роботи Район будівництва – місто Тернопіль, Тернопільська область, будівля
комерційного призначення

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
Архітектурний розділ, Розрахунково-конструктивний розділ, Безпека життєдіяльності, основи
охорони праці, Загальні висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
Лист1- Плани поверхів М 1:200, Лист2- Фасади М 1:200, Лист3- Розрізи, план даху М 1:200,
Лист4- План фундаменту М 1:200, Геологічний розріз М 1:100, Лист5- Плани монолітного
перекриття М1:200, Лист6- Конструктивні елементи.

7. Дата видачі завдання 22.01.2026

[illegible]

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1	7
АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....	7
1.1 Дані про район і ділянку будівництва	7
1.1.1 Коротка характеристика району та майданчику будівництва	7
1.1.2 Кліматичні умови	7
1.1.3 Інженерно-геологічні та гідрологічні умови ділянки	8
1.2 Генеральний план	9
1.2.1 Обґрунтування прийнятого рішення	10
1.2.2 Розпланування, забудова та організація рельєфу ділянки.....	11
1.2.3 Техніко-економічні показники по генплану	12
1.3 Архітектурно-планувальні рішення.....	14
1.3.1 Характеристика технологічного чи функціонального процесу	15
1.4 Матеріали для зведення будівлі чи споруди, обґрунтування їх вибору.....	16
1.5 Енергоефективність.....	18
1.5.1 Заходи щодо підвищення енергоефективності.....	20
1.5.2. Теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій.....	22
1.6 Інженерні мережі і обладнання	23
1.7 Доступність для маломобільних груп населення	25
1.8 Висновки за розділом 1	26
РОЗДІЛ 2	28
РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ	28
2.1 Дані ґрунтових умов для проектування фундаменту.....	28
2.1.1 Властивості ґрунтів.	28
2.1.2 Склад ґрунтового середовища ділянки будівництва.....	30
2.2 Розрахунок сумарного навантаження на фундамент	31
2.2.1Розрахунок зусиль які діють на зовнішню колону.....	31
2.2.2Розрахунок зусиль які діють на внутрішню колону.	32
2.3 Визначення фундаменту.	34
2.3.1 Визначимо необхідну довжину палі.	37
2.3.2 Визначення необхідної кількості паль.	38
2.3.3 Визначення умовних розмірів фундаменту.	39
2.3.4 Розрахунок опору ґрунту.....	41

2.3.5 Визначення величини середнього навантаження під підошвою фундаменту.....	42
2.4 Розрахунок осідань під дією навантаження на палю.	43
2.5 Висновок за розділом 2	46
РОЗДІЛ 3.	48
БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	48
3.1 Охорона праці	48
3.1.1 Техніка безпеки при роботі із механізмами.....	49
3.1.2 Охорона праці під час виконання основних технологічних процесів.....	52
3.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	55
3.3 Висновки за розділом 3	57
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	59
БІБЛІОГРАФІЯ.....	60

ВСТУП

Стрімка урбанізація та розвиток ділової активності зумовлюють зростання попиту на якісну комерційну нерухомість, серед якої ключове місце посідають бізнес-центри. Сьогодні сучасний бізнес-центр - це не просто сукупність орендованих площ, а багатофункціональний комплекс із розвиненою інфраструктурою, що забезпечує повний цикл життєдіяльності ділової спільноти. Актуальність теми дослідження підкріплюється необхідністю впровадження інноваційних архітектурних та управлінських рішень, які дозволяють об'єкту залишатися рентабельним, енергонезалежним та інвестиційно привабливим у довгостроковій перспективі.

Об'єктом дослідження є бізнес-центр як складний архітектурно-майновий комплекс у системі міської забудови. Предметом дослідження виступають принципи просторової організації, інженерно-технологічне оснащення та функціональне зонування сучасних ділових центрів. Метою роботи є теоретичне обґрунтування та розробка проектних пропозицій щодо створення бізнес-центру, який відповідає світовим стандартам класифікації, вимогам екологічності та принципам сталого розвитку.

У ході роботи вирішується низка завдань: аналіз світових тенденцій розвитку комерційної нерухомості, вивчення нормативних вимог до безпеки та інклюзивності громадських будівель, а також розробка оптимальної концепції взаємодії робочих, сервісних та рекреаційних зон. Особлива увага приділяється використанню енергоефективних технологій, що є критично важливим для мінімізації впливу об'єкта на навколишнє середовище та оптимізації його експлуатації.

Практичне значення роботи полягає у розробці комплексного підходу до формування середовища бізнес-центру, що поєднує в собі високий рівень сервісу, технологічну досконалість та гнучкість планувальних рішень. Сформовані рекомендації можуть бути використані девелоперськими та архітектурними компаніями для підвищення конкурентоспроможності

об'єктів нерухомості на ринку. Впровадження результатів дослідження дозволить створювати ділові центри нового покоління, які не лише виконують функцію робочих вузлів, а й стають важливими осередками соціальної та економічної активності міста.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Дані про район і ділянку будівництва

1.1.1 Коротка характеристика району та майданчику будівництва

Майданчик для будівництва бізнес-центру розташований у центральній частині міста Тернополя. Тернопіль є адміністративним та діловим центром Тернопільської області, з розвиненою міською інфраструктурою та високим рівнем підприємницької діяльності, що створює сприятливі умови для функціонування об'єкта комерційної нерухомості.

Ділянка забудови розташована в центральній частині міста, що забезпечує високий пішохідний та транспортний трафік. Поруч розміщені:

- адміністративні об'єкти - органи місцевого самоврядування, банківські установи, бізнес-центри, офісні приміщення;
- соціальні об'єкти - освітні заклади, медичні центри, аптеки;
- торговельна інфраструктура - мережеві магазини, супермаркети, торгові центри;
- заклади харчування - ресторани, кав'ярні, зони швидкого харчування;
- культурні та рекреаційні об'єкти - драматичний театр, філармонія, паркові зони (бульвар Т. Шевченка, набережна Тернопільського ставу);
- зупинки громадського транспорту, що забезпечують зручне сполучення з усіма житловими мікрорайонами міста та об'єктами приміського сполучення.

1.1.2 Кліматичні умови

Проектований бізнес-центр розташований у м. Тернопіль, яке згідно з ДБН В.2.6-31:2021 [2] належить до I температурної зони. Територія характеризується помірно-континентальним кліматом із вираженою сезонністю, м'якою зимою та помірно теплим літом.

Основні кліматичні показники, характерні для м. Тернопіль:

- середньорічна температура повітря: +8...+9 °С;
- середня температура найхолоднішого місяця (січень): -4...-5 °С;
- середня температура найтеплішого місяця (липень): +18...+20 °С;
- абсолютний мінімум температури: -34 °С;
- абсолютний максимум температури: +37 °С.

Тернопіль знаходиться у четвертому вітровому районі з характеристичним значенням вітрового тиску 550 Па та у четвертій сніговій зоні з характеристичним значенням снігового навантаження 1400 Па, згідно з ДБН В.1.2-2:2006 [3].

Переважаючі напрямки вітру: західний та північно-західний. Середня швидкість вітру становить 3,5-4,5 м/с. При проектуванні конструкцій бізнес-центру (зокрема, навісних фасадних систем та покрівельного покриття) враховано можливі короточасні пориви вітру до 20-25 м/с.

Зима в регіоні помірно холодна, триває близько 3 місяців (грудень-березень). Сніговий покрив зазвичай тримається 70-90 днів, середня висота снігового покриву становить 20-30 см.

1.1.3 Інженерно-геологічні та гідрологічні умови ділянки

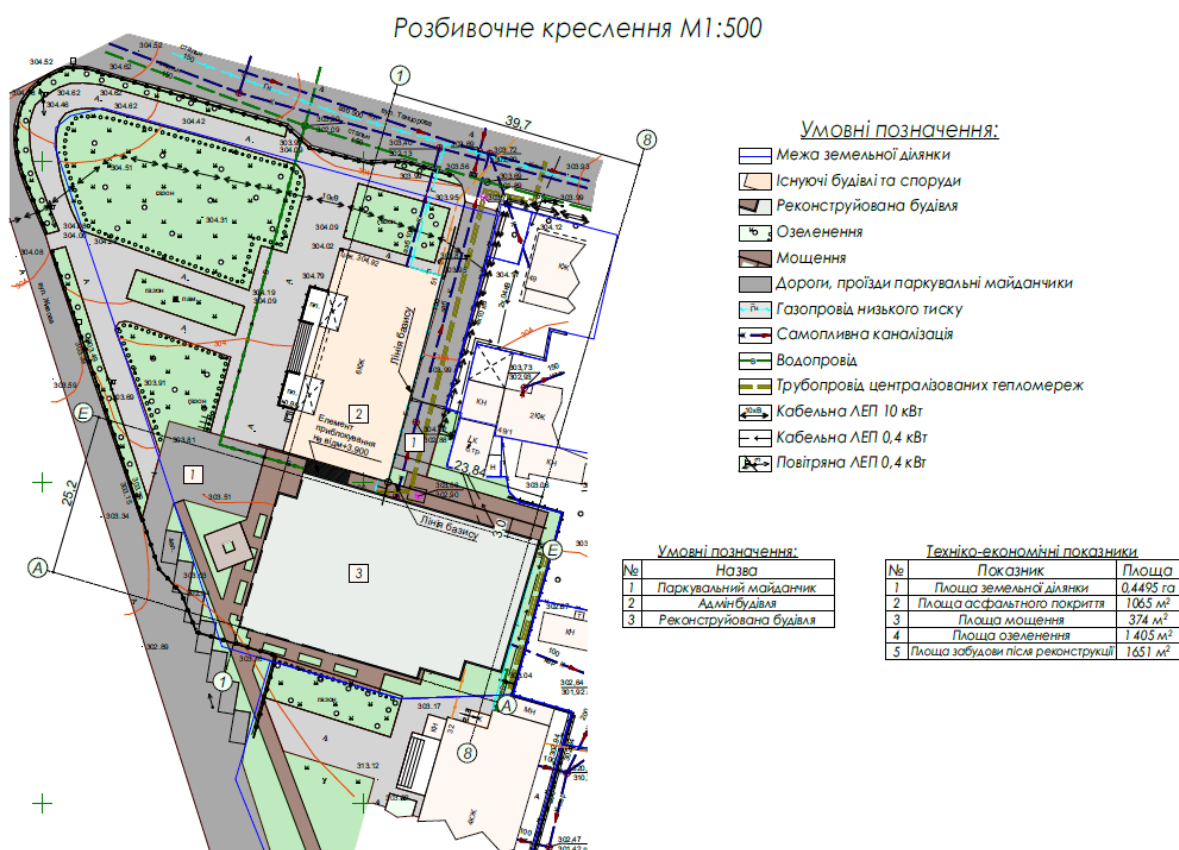
Згідно з результатами інженерно-геологічних досліджень, проведених за допомогою чотирьох дослідних свердловин, на ділянці виявлено такі шари ґрунту: насипний ґрунт - суглинок (1,3-1,5 м), суглинок м'якопластичний, заторфований, темно - сірий (5,5-6,7 м), суглинок туго пластичний, запісочений, зеленувато - сірий (1,3-2,0 м) та дресвяний ґрунт (без обмежень). Рівень ґрунтових вод зафіксовано на глибині 2,2 м.

Територія ділянки не потребує попереднього очищення. Під'їзні дороги забезпечують безперешкодний доступ будівельної техніки та доставку необхідних матеріалів. Відведення поверхневих вод від фундаменту

здійснюється завдяки природному ухилу території, із спрямуванням стоку з дорожнього покриття до зливової каналізації.

Ділянка розташована в зоні міської забудови та оточена об'єктами інфраструктури, що створює зручні умови для підключення до інженерних мереж (водопостачання, каналізації, електропостачання), а також межує із сусідніми будівлями.

1.2 Генеральний план



1.2.1 Обґрунтування прийнятого рішення

Прийняте рішення щодо розробки генерального плану є найбільш раціональним, оскільки воно повністю відповідає чинним нормативним вимогам і містобудівним умовам згідно з ДБН Б.1.1-14:2021 [4]. Розташування будівлі на ділянці узгоджено з навколишньою забудовою, а також забезпечує суворе дотримання санітарних і протипожежних відстаней до сусідніх об'єктів.

Посадка споруди максимально враховує природний рельєф місцевості. Це дозволило звести до мінімуму об'єми земляних робіт, досягти оптимального балансу між виїмкою та насипом ґрунту, а також організувати ефективне природне відведення дощових і талих вод із території.

У проєкті чітко розмежовано та оптимізовано логістичні шляхи. Транспортні та пішохідні потоки розділені між собою задля безпеки руху. Забезпечено безперешкодний проїзд для пожежних машин та зручний доступ для іншого спецтранспорту і сміттєвозів.

Будівлю орієнтовано по сторонах світу з урахуванням рози вітрів та вимог до інсоляції. Це гарантує належне природне освітлення внутрішніх приміщень і захищає прилеглу територію від панівних холодних вітрів, що підвищує енергоефективність самого об'єкта.

Проєкт генплану передбачає чітке функціональне зонування території, де виділено окремі зони для відпочинку, паркування автомобілів та господарських потреб. При цьому всі шляхи руху та підходи до будівлі повністю адаптовані для зручного пересування маломобільних груп населення.

Окрім цього, прийнятий варіант є економічно та екологічно вигідним. У ньому оптимізовано площу твердого покриття (асфальту й плитки) на користь максимального озеленення ділянки, що покращує мікроклімат навколо об'єкта і знижує витрати на благоустрій.

1.2.2 Розпланування, забудова та організація рельєфу ділянки

Генеральний план розроблено для земельної ділянки загальною площею 0,4495 га з урахуванням її складної конфігурації, червоних ліній, прилеглих вулиць Старий Поділ та Торговиця, а також розміщення існуючих інженерних комунікацій.

Основне композиційне ядро забудови формує Реконструйована будівля (Поз. 3) зі складною формою у плані, площа забудови якої після завершення робіт становитиме 1651 м².

До реконструйованої споруди через спеціальний елемент приблокування на відмітці +3,900 примикає Адмінбудівля (Поз. 2), розташована вздовж внутрішньої проєктної лінії базису для забезпечення єдиного архітектурного ансамблю.

Для забезпечення автостоянкою працівників та відвідувачів навколо будівлі запроєктовано Паркувальні майданчики (Поз. 1).

Транспортне обслуговування території, під'їзд спецтехніки та внутрішній рух автомобілів організовано через систему проїздів з асфальтобетонним покриттям, загальна площа якого складає 1065 м².

Пішохідні зони, вхід у будівлю, внутрішні тротуари та відмостка запроєктовані у вигляді декоративного мощення (плитка ФЕМ) загальною площею 374 м².

Вільні від забудови та дорожнього покриття зони у північній, західній та південній частинах ділянки відведено під комплексне озеленення (влаштування газонів та висадку зелених насаджень) загальною площею 1405 м².

Вертикальне планування території вирішено методом проєктних відміток із максимально можливим збереженням існуючого природного ландшафту та забезпеченням нормативних ухилів для транспорту й пішоходів.

Природний рельєф ділянки має чітко виражений загальний ухил у південно-західному напрямку - в бік пониження до проїжджої частини вулиці Торговиця.

Висотні чорні відмітки у верхній північно-східній частині майданчика (біля вул. Старий Поділ) коливаються в межах 303,90 - 304,80 м, тоді як у нижній південній частині вони падають до 301,80 - 302,80 м.

Проектні роботи передбачають незначне, локальне зрізання та підсипання ґрунту для вирівнювання території, організації виїздів на зовнішні вулиці та забезпечення безперешкодного доступу маломобільних груп населення до будівель.

Відведення дощових та талих вод із ділянки передбачено відкритим способом по лотках асфальтованих проїздів та тротуарів за рахунок нормативних поздовжніх і поперечних ухилів у бік міської дощової (ливневої) каналізації.

При розплануванні об'єктів повністю враховано охоронні зони існуючих підземних та повітряних мереж: водопроводу, газопроводу низького тиску, каналізації, тепломереж та кабельних/повітряних ЛЕП (0,4 кВт та 10 кВт).

1.2.3 Техніко-економічні показники по генплану

Загальні показники використання території. Загальна площа земельної ділянки, що передана у користування під об'єкт реконструкції частини будівлі Провсілок у м. Тернопіль, становить 0,4495 гектара (або 4495 метрів квадратних). Цей показник є вихідною базою для розрахунку всіх коефіцієнтів щільності забудови, відсоткового співвідношення використання земель та балансу території.

Площа забудови після проведення запланованої реконструкції об'єктів становить 1651 метр квадратний. Цей показник включає в себе сумарну площу горизонтального перерізу по зовнішньому обводу стін

реконструйованої будівлі (Поз. 3) на рівні цоколя, адміністративної будівлі (Поз. 2), а також елемента їхнього взаємного примикання.

Коефіцієнт забудови земельної ділянки, який визначається як відношення площі під будівлями до загальної площі території, становить орієнтовно 36,7%. Таке співвідношення повністю відповідає чинним державним будівельним нормам (ДБН Б.2.2-12:2019 Планування та забудова територій) [5] щодо щільності забудови для даного типу громадських та адміністративних об'єктів у межах міської риси.

Показники транспортної та пішохідної інфраструктури. Площа асфальтобетонного покриття на майданчику становить 1065 метрів квадратних. Сюди віднесено внутрішні транспортні проїзди для руху автомобілів та обслуговуючої техніки, зони розвороту, а також спеціально облаштовані паркувальні майданчики (Поз. 1) для тимчасового та постійного зберігання автотранспорту співробітників і відвідувачів.

Площа фігурних елементів мощення (тротуарної плитки ФЕМ) становить 374 метри квадратні. Цей показник деталізує площу пішохідних комунікацій, яка охоплює підходи до головних та другорядних входів у будівлі, систему розподільчих тротуарів уздовж внутрішніх проїздів, а також захисну відмостку по периметру стін усіх споруд.

Коефіцієнт твердого покриття (сума площ асфальту та мощення відносно загальної площі ділянки) складає близько 32%. Це свідчить про раціональне планування транспортно-пішохідної мережі, що гарантує зручний під'їзд пожежної техніки та швидке переміщення пішоходів без створення надмірного антропогенного навантаження на ґрунт.

Показники екологічного балансу та благоустрою. Площа озеленення території за проєктним балансом становить 1405 метрів квадратних. До цієї категорії віднесено всі вільні від забудови та дорожнього покриття ділянки, на яких передбачено влаштування газонів із багаторічних трав, посадку декоративних кущів, формування живоплотів та висаджування низькорослих дерев.

Коефіцієнт озеленення ділянки досягає 31,3% від загальної площі об'єкта. Даний показник підтверджує високий рівень екологічної ефективності проєкту, забезпечує створення комфортного мікроклімату, покращує естетичні характеристики середовища та відповідає вимогам санітарно-гігієнічних норм.

Підсумковий баланс території демонструє 100 відсоткове освоєння відведеної земельної ділянки, де площа забудови (1651 м²), площа твердого покриття (1439 м² разом з асфальтом і плиткою) та площа зелених насаджень (1405 м²) у своїй сумі чітко формують вихідні 4495 метрів квадратних виділеної території.

1.3 Архітектурно-планувальні рішення

Загальна площа першого поверху будівлі становить 1368 м². Запроєктований об'єкт є сучасним бізнес-центром, який включає вісім робочих (адміністративних) поверхів та один підвальний поверх, призначений для влаштування інженерного обладнання, систем вентиляції, кондиціонування та загального обслуговування споруди.

Сумарна висота будівлі становить 33,000 м. Висота поверху дорівнює 3,6 м (з урахуванням простору для міжповерхових перекриттів та підвісних стель), а чиста висота офісних приміщень - 3,4 м, що забезпечує комфортне та просторе робоче середовище.

За своїм функціональним призначенням об'єкт спроектовано як діловий комплекс, що розрахований на 89 автономних офісних блоків різного типу (коворкінги, кабінетні системи та простори open-space). Структура корисних площ бізнес-центру розподілена наступним чином:

- Малі офісні блоки: від 24 до 56,8 м²;
- Середні офіси: від 60 до 80 м²;
- Великі офісні приміщення / Open-space: 116 м² та більше.

Об'ємно-планувальні рішення комплексу розроблені з урахуванням високих вимог до ергономіки, пожежної безпеки, інклюзивності та сучасних

стандартів цивільного захисту (включаючи облаштування надійного укриття в підземному чи цокольному рівні). Конфігурація та розташування ліфтових холів, евакуаційних сходів, загальних зон відпочинку та санвузлів на кожному поверсі повністю відповідають чинним будівельним нормам.

1.3.1 Характеристика технологічного чи функціонального процесу

Основне функціональне призначення об'єкта полягає в забезпеченні комфортних, безпечних та високотехнологічних умов для здійснення адміністративної, ділової, коворкінгової та управлінської діяльності. Технологічний процес бізнес-центру є безперервним протягом робочого дня і базується на чіткому зонуванні простору, що дозволяє оптимізувати внутрішні потоки відвідувачів і персоналу.

Перший поверх будівлі виконує функцію головного комунікаційного вузла, де організовано первинний прийом, реєстрацію та розподіл потоків людей. У цій зоні розташовані центральна рецепція, зони очікування, інформаційні стійки та турнікети системи контролю й управління доступом. Додатково на першому рівні передбачено заклади громадського харчування для співробітників і гостей, а також допоміжні побутові приміщення.

З другого по восьмий поверхи розташовується адміністративно-офісна зона, призначена для безпосередньої трудової діяльності. Офісні блоки гнучкого планування, що поєднують кабінетні системи та простори типу open-space, забезпечені ергономічними робочими місцями з підведенням автономних ліній живлення та швидкісних мереж зв'язку. На кожному поверсі технологічно виділено спільні конференц-зали, переговорні кімнати, зони відпочинку, кава-поінти та санітарно-гігієнічні блоки.

Технічний (підвальный) поверх забезпечує безперебійну життєдіяльність усього ділового комплексу. У межах цього рівня зосереджено обладнання припливно-витяжної вентиляції з рекуперацією повітря, блоки централізованого кондиціонування, вузли керування опаленням, електрощитові та головні серверні приміщення. Також частина цього поверху

може слугувати зоною безпеки та цивільного захисту. Функціональний процес передбачає оперативну евакуацію людей у надійно облаштоване захисне укриття або споруду подвійного призначення, яка інтегрована в загальну систему вертикальних комунікацій і розрахована на повну місткість персоналу та відвідувачів бізнес-центру.

Вертикальний функціональний зв'язок між усіма рівнями комплексу здійснюється за допомогою ліфтів та незадимлюваних сходових кліток, що виключає перетинання людських та матеріально-технічних потоків. Рух документів, відходів та товарів забезпечення відбувається у позапіковий час через додаткові службові простінки.

Усі основні інженерні та технологічні процеси в будівлі повністю автоматизовані за допомогою єдиної системи диспетчеризації. Вона в реальному часі контролює параметри мікроклімату, раціональне енергоспоживання, роботу пожежної сигналізації та систем автоматичного пожежогасіння, гарантуючи високу безпеку та енергоефективність об'єкта.

1.4 Матеріали для зведення будівлі чи споруди, обґрунтування їх вибору

Вибір будівельних та оздоблювальних матеріалів для запроєктованого 8-поверхового бізнес-центру зумовлений архітектурно-виразними вимогами, кліматичними особливостями регіону будівництва (місто Тернопіль), а також діючими нормами щодо міцності, вогнестійкості та енергоефективності цивільних споруд. Основним конструктивним рішенням будівлі прийнято монолітний залізобетонний каркас, який забезпечує максимальну просторову жорсткість, надійність та довговічність споруди. Застосування монолітного каркаса дозволяє реалізувати вільне планування офісних приміщень, оптимально розподілити внутрішні зусилля від експлуатаційних навантажень і зменшити матеріаломісткість будівництва порівняно зі збірними варіантами. Для зведення каркаса передбачено використання важкого бетону класу B25 (або вище) та арматурного прокату класу A400C, що гарантує

високу тріщиностійкість і відповідність першій категорії вогнестійкості будівлі.

Для влаштування зовнішніх огорожувальних конструкцій та внутрішніх перегородок обрано газобетонні блоки на спеціальному клейовому розчині марки M150. Газобетонні блоки володіють низькою теплопровідністю, відмінними акустичними властивостями та є екологічно безпечним матеріалом із високою вогнетривкістю. Завдяки невеликій вазі матеріалу знижується загальна вага стін, що зменшує навантаження на монолітні перекриття та фундаменти, а також покращуються первинні теплотехнічні показники зовнішнього контуру будівлі. Внутрішні перегородки забезпечують нормативний рівень звукоізоляції між окремими офісними блоками та кабінетами, що є критично важливим для комфортного ведення ділового процесу.

Теплоізоляційний шар зовнішніх стін запроєктовано з негорючих пінопластових плит щільністю не менше 15 кг/м^3 та товщиною 15 см. Вибір пінопластових плит обґрунтований їх не поганою пожежною безпекою (група горючості НГ), доступною ціною та простотою монтажу. Таке рішення дозволяє досягти нормативного значення опору теплопередачі стін і суттєво знизити витрати на опалення та кондиціонування будівлі в процесі експлуатації.

Зовнішнє опорядження фасадів бізнес-центру виконано за комбінованим методом, де більшу частину будівлі займає панорамне структурне скління. Воно гармонійно поєднується з системою навісного вентильованого фасаду. Для облицювання непрозорих ділянок використовуються композитні панелі, які кріпляться на алюмінієву підсистему з повітряним зазором - ця технологія надійно захищає зовнішні стіни від атмосферних опадів, температурних коливань та підкреслює сучасний естетичний вигляд ділового комплексу.

Масштабні світлопрозорі конструкції реалізовані з енергоефективних алюмінієвих профільних систем із двокамерними мультифункціональними

склопакетами, заповненими аргоном. Це гарантує максимальне природне освітлення офісних просторів за мінімальних тепловтрат.

Внутрішнє оздоблення приміщень загального користування, холів, коридорів та сходових кліток передбачає використання зносостійких, негорючих та легких у догляді матеріалів. Для покриття підлоги в зонах із високою інтенсивністю руху (вестибюль, ліфтові холи) застосовується матовий керамограніт із протиковзкою поверхнею, а в офісних приміщеннях, комерційний ковролін на звукоізоляційній основі. Опорядження стін виконується високоякісною силікатною фарбою по шару цементно-вапняної штукатурки та фінішної шпаклівки, що дозволяє стінам «дихати» і підтримувати оптимальний мікроклімат у приміщеннях. Стельові системи в офісних зонах прийнято підвісними типу «Армстронг» або ґратчастими типу «Грильято», що забезпечує швидкий доступ до застельового простору для обслуговування прихованих інженерних мереж.

1.5 Енергоефективність

Загальна концепція та кліматична адаптація Сучасний бізнес-центр запроєктовано з урахуванням жорстких вимог національних стандартів щодо енергозбереження та теплової ізоляції будівель. Оскільки об'єкт розташований у першій кліматичній зоні України (місто Тернопіль), головним інженерним завданням є створення замкненого теплового контуру, який мінімізує тепловтрати взимку та запобігає перегріву приміщень у літній період. Комплексний підхід до енергоефективності дозволяє суттєво знизити майбутні експлуатаційні витрати на утримання комерційної нерухомості та зменшити загальне навантаження на міські електричні й теплові мережі.

Архітектурно-будівельні рішення та пасивний захист. Основою енергоефективності будівлі є пасивний захист, реалізований за рахунок прогресивних фасадних систем та сучасних матеріалів. Проектом передбачено влаштування системи навісного вентильованого фасаду із використанням екологічних та пожежобезпечних матеріалів оптимальної

товщини. Таке рішення гарантує надійний захист залізобетонного каркасу від промерзання, зміщує точку роси назовні та забезпечує природне відведення вологи з конструкцій, що значно подовжує термін служби споруди.

Особлива увага приділена світлопрозорим конструкціям, оскільки бізнес-центр має велику площу скління для забезпечення нормативного рівня природного освітлення робочих місць. Для вікон та фасадних систем обрано енергозберігаючі двокамерні склопакети з аргоновим наповненням та спеціальним низькоемісійним напиленням. Крім того, зовнішнє скло має мультифункціональне покриття, яке влітку працює як сонцезахисний екран, відбиваючи надлишкове інфрачервоне випромінювання і зменшуючи витрати енергії на кондиціонування.

Усі специфічні конструктивні вузли, включаючи місця кріплення фасадних підсистем, примикання віконних блоків та вильоти перекриттів, запроектовані із ліквідацією «містків холоду». Використання спеціальних термовкладок та ізоляційних стрічок дозволяє уникнути локальних втрат тепла і повністю виключає ризик утворення конденсату чи плісняви на внутрішніх поверхнях стін в офісних приміщеннях.

Енергоефективні інженерні системи та автоматизація. Активний захист будівлі базується на впровадженні вискоєфективного інженерного обладнання. Опалення та вентиляція офісних зон вирішуються через припливно-витяжні установки, обов'язково укомплектовані системами утилізації тепла (рекуператорами). Повітря, що видаляється з приміщень, віддає своє тепло припливному свіжому повітрю без їхнього змішування, що дозволяє економити більшу частину енергії, яка зазвичай витрачається на вентиляційний підігрів у холодну пору року.

Для забезпечення мікроклімату запроектована сучасна мультизональна система кондиціонування з можливістю одночасної роботи в режимах охолодження та обігріву. Вона дозволяє перенаправляти надлишкове тепло, наприклад, з серверних кімнат чи сонячної сторони будівлі, на обігрів офісів, розташованих у тіньовій зоні. Системи внутрішнього штучного освітлення

повністю базуються на світлодіодних технологіях низького енергоспоживання, інтегрованих із датчиками руху в зонах загального користування.

Загальне керування енергетичними потоками бізнес-центру покладається на автоматизовану систему диспетчеризації будівлі. Комп'ютерний моніторинг дозволяє гнучко налаштовувати роботу інженерних мереж залежно від часу доби, дня тижня та присутності людей у приміщеннях. У вихідні дні та нічний час система автоматично переводить будівлю в економний режим підтримки мінімально допустимої температури, що гарантує раціональне використання кожного кіловата енергії.

1.5.1 Заходи щодо підвищення енергоефективності

Оптимізація світлопрозорих конструкцій та інтеграція динамічного захисту від сонця. Оскільки панорамне структурне скління займає більшу частину фасаду, воно є основним джерелом світла, але водночас створює ризик перегріву приміщень влітку. Впровадження автоматизованих зовнішніх сонцезахисних систем, які керуються датчиками сонячної активності, дозволить відсікати надлишкове теплове випромінювання ще до його потрапляння всередину офісів. Це суттєво знизить навантаження на систему кондиціонування, а використання скла зі змінною проникністю (смарт-скла) допоможе автоматично регулювати рівень інсоляції без втрати панорамного вигляду.

Ліквідація містків холоду та підвищення герметичності вузлів примикання. Масштабні скляні площини потребують бездоганної точності монтажу для запобігання втратам тепла взимку. Застосування технології тришарового «теплого монтажу» та використання спеціальних теплоізоляційних вкладишів у місцях стикування алюмінієвих профілів із підсистемою вентиляваного фасаду повністю ліквідує містки холоду. Такий підхід унеможливить появу конденсату та замерзання на стиках, гарантуючи

максимальну герметичність оболонки будівлі та захист від неконтрольованої інфільтрації повітря.

Генерація відновлюваної енергії за допомогою фасадних технологій BIPV. Перетворення пасивних конструкцій будівлі на активні джерела енергії є передовим кроком для сучасних бізнес-центрів. Інтеграція в елементи глухого облицювання стін або у зони міжповерхових перекриттів вбудованих фотоелектричних панелей (технологія Building-Integrated Photovoltaics) перетворить фасад на локальну сонячну електростанцію. Сгенерована «зелена» електроенергія буде спрямована на живлення внутрішнього LED-освітлення, вентиляції чи серверних кімнат, суттєво зменшуючи залежність від міської мережі.

Впровадження припливно-витяжної вентиляції з високоефективною рекуперацією. Панорамні структурні фасади вимагають постійної роботи механічної вентиляції для підтримки здорового мікроклімату, оскільки вікна в таких системах зазвичай не відкриваються. Встановлення сучасних вентиляційних установок із роторними рекуператорами, що мають коефіцієнт корисної дії понад 85%, дозволить утилізувати тепло витяжного повітря. Взимку це тепло використовуватиметься для підігріву свіжого припливного повітря, а влітку система працюватиме у реверсному режимі, зберігаючи прохолоду і зменшуючи витрати на опалення та вентиляцію.

Об'єднання інженерних мереж у єдину інтелектуальну систему управління будівлею (BMS). Енергоефективність сучасного об'єкта досягається лише за умови синхронної роботи всіх його елементів, що забезпечується системою диспетчеризації BMS. Завдяки датчикам присутності, руху та рівня CO₂, автоматика самостійно адаптуватиме параметри опалення, охолодження та вентиляції під фактичну кількість людей у кожному кабінеті. У вечірній час, вихідні чи святкові дні система автоматично переводитиме весь бізнес-центр в ощадний режим енергозбереження, зводячи марні витрати ресурсів до нуля.

1.5.2. Теплотехнічний розрахунок огорожувачих конструкцій

Будівництво об'єкта передбачається в місті Тернопіль, яке належить до І температурної зони. Зовнішня стіна запроєктована у вигляді кладки з газобетонних блоків із зовнішнім шаром теплоізоляції. Товщина кладки приймається 400 мм відповідно до конструктивних вимог.

У приміщенні підтримується нормальний вологісний режим при розрахунковій температурі повітря 20 °С.

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій будівель, що опалюються, необхідно забезпечити виконання нормативної умови щодо їхніх теплотехнічних характеристик:

$$R_{\text{заг}} > R_{\text{q.min}} \quad (1.1)$$

де, $R_{\text{заг}}$ – опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції;

$R_{\text{q.min}} = 4,0 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ (для температурної зони І) – мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції.

$$R_{\text{заг}} = 1/\alpha_{\text{в}} + \sum_{i=1}^n R_i + 1/\alpha_{\text{з}} = 1/\alpha_{\text{в}} + \sum_{i=1}^n \delta_i/\lambda_{\text{ip}} + 1/\alpha_{\text{з}} \quad (1.2)$$

де, $\alpha_{\text{з}}$, $\alpha_{\text{в}}$ – коефіцієнти теплопередачі зовнішньої і внутрішньої поверхонь огорожувальної конструкції споруди відповідно.

R_i - Термічний опір шару конструкції $\text{м}^2\text{К/Вт}$;

$\sum_{i=1}^n \delta_i/\lambda_{\text{ip}}$ - сума термічних опорів конструктивних шарів огорожувальної конструкції;

δ_i - товщина шару огорожувальної конструкції, вимірюється у метрах;

λ_{ip} - коефіцієнти теплопровідності шару;

Записуємо формулу опору теплопередачі для чотирьохшарової конструкції стіни, що складається з, кладки газобетонних блоків, утеплювача (пінопласт), зовнішньої та внутрішньої штукатурки:

$$R_{\text{заг}} = 1/a_b + \delta_1/\lambda_{1p} + \delta_2/\lambda_{2p} + \delta_3/\lambda_{3p} + \delta_4/\lambda_{4p} + 1/a_3, \text{ м}^2\text{К/Вт}. \quad (1.3)$$

Знайдемо товщину утеплювача, попередньо прийнявши $R_{\text{заг}} = R_{q,\text{min}}$.

$$\delta_3 = (R_{\text{заг}} - 1/a_b - \delta_1/\lambda_{1p} - \delta_2/\lambda_{2p} - \delta_4/\lambda_{4p} - 1/a_3) \lambda_{3p}, \quad (1.4)$$

$$\alpha_b = 8,7 \text{ м}^2\text{К/Вт} \quad \alpha_3 = 23 \text{ м}^2\text{К/Вт}$$

Підставивши значення отримаємо:

$$\delta_3 = (4 - 1/8,7 - 0,02/0,93 - 0,4/0,14 - 0,02/0,81 - 1/23) 0,04 = 0,03753 \text{ м}.$$

Отже мінімальна товщина утеплювача (пінопласт) повинна бути 5см.

$$R_{\text{заг}} = 1/8,7 + 0,02/0,93 + 0,4/0,14 + 0,05/0,04 + 0,2/0,81 + 1/23 = 4,312 \text{ м}^2\text{К/Вт}.$$

Умова $R_{\text{заг}} > R_{q,\text{min}}$ виконується, мінімальна товщина утеплювача прийнята правильно.

1.6 Інженерні мережі і обладнання

Впровадження централізованої системи автоматизації та диспетчеризації будівлі (BMS). Для максимальної оптимізації енергоспоживання всі інженерні системи об'єднуються в єдину інтелектуальну мережу керування Building Management System. Завдяки мережі датчиків присутності, руху та моніторингу рівня CO₂, автоматика в реальному часі регулює інтенсивність роботи опалення, вентиляції та кондиціонування індивідуально для кожної зони. У вечірні години, вихідні та святкові дні система автоматично переводить інженерне обладнання в економічний режим очікування, що повністю виключає нецільові витрати енергоресурсів.

Модернізація вентиляційних систем із встановленням високоефективних рекуператорів. Оскільки будівлі з великою площею панорамного скління потребують постійного штучного повітрообміну, вентиляційні установки оснащуються сучасними роторними або

пластинчастими рекуператорами з коефіцієнтом корисної дії понад 85%. У зимовий період тепло витяжного повітря використовується для підігріву холодного припливного повітря з вулиці, а влітку система працює у реверсному режимі, зберігаючи внутрішню прохолоду. Це суттєво знижує навантаження на мережі опалення та центрального кондиціювання.

Перехід на енергоефективне теплонасосне обладнання для опалення та охолодження. Замість традиційних енергоємних систем пропонується впровадження геотермальних або повітряних теплових насосів типу «повітря-вода», які мають високий коефіцієнт сезонної ефективності (SCOP/SEER). Вони інтегруються із чотиритрубними системами фанкойлів, що дозволяє організувати динамічний перерозподіл теплової енергії всередині бізнес-центру. Така інженерна схема здатна одночасно утилізувати надлишкове тепло від сонячного перегріву офісів на південній стороні та спрямовувати його на підігрів приміщень з тіньового боку будівлі.

Оптимізація систем водопостачання та впровадження оборотного використання ресурсів. Для зниження енерговитрат на перекачування та підігрів води насосні станції будівлі комплектуються частотно-регульованими приводами (ЧРП), які підтримують оптимальний тиск у мережі залежно від поточного розбору.

Регулювання електромереж та встановлення обладнання для компенсації реактивної потужності. Специфіка бізнес-центрів пов'язана з великою кількістю комп'ютерної техніки, серверів та потужних двигунів вентиляції, які створюють значні коливання в електромережі. Встановлення автоматичних конденсаторних установок (АКУ) дозволяє компенсувати потужність безпосередньо на головному розподільчому щиті. Це стабілізує напругу в мережі, знижує нагрів кабельних ліній, запобігає втратам потужності в трансформаторах та зменшує загальні рахунки за електрику.

Дані інженерні мережі та обладнання спроектовані згідно ДБН В.2.5-39:2008 Інженерне обладнання будинків і споруд [6].

1.7 Доступність для маломобільних груп населення

Організація безперешкодного доступу на прилеглу територію та до вхідної групи. Створення безбар'єрного середовища розпочинається з території бізнес-центру, де на автостоянці виділяються та маркуються спеціальні розширені місця для транспорту осіб з інвалідністю, розташовані найближче до входу. Всі пішохідні шляхи, пониження бордюрів та стики тротуарного покриття виконуються в один рівень із проїжджою частиною (із перепадом висот не більше 2 см). Центральний вхід до будівлі проєктується без порогів і сходів, врівень із землею, а у місцях перепаду висот обладнується нормативним пандусом із похилом не більше 8% (1:12) та двосторонніми поручнями.

Забезпечення безперешкодного вертикального переміщення по поверхах будівлі. Всі поверхи бізнес-центру з'єднуються пасажирськими ліфтами з габаритами кабіни, що дозволяють вільний розворот крісла колісного (габарити ліфтової кабіни 1960 мм глибини та 1660 мм ширини). Ширина дверей ліфтової кабіни становить 1,0 м, а час їхнього закриття розраховується із затримкою для маломобільних осіб. Панелі керування всередині та ззовні ліфтів розміщуються на висоті до 1,2 м від підлоги, обладнуються кнопками з рельєфно-крапковим шрифтом Брайля, світловою індикацією та системою дублювання голосових оголошень номерів поверхів.

Адаптація горизонтальних комунікацій та коридорів ділового центру. Ширина загальнобудинкових коридорів приймається з розрахунку вільного зустрічного роз'їзду двох крісел колісних (від 1,8 метрів). На шляхах руху МГН повністю виключаються пороги, сходинки або похилі з'їзди, що не відповідають нормам, а покриття підлоги виконується з міцних матеріалів із протиковзким ефектом навіть при намоканні (матовий керамограніт, шорсткі плити). Всі настінні інформаційні стенди, покажчики кабінетів та зони рецепції дублюються великим контрастним шрифтом та тактильними табличками.

Облаштування спеціалізованих універсальних санітарно-гігієнічних приміщень. На кожному поверсі бізнес-центру передбачаються вбудовані у загальні блоки санвузли, повністю адаптовані для осіб з інвалідністю. Кабіни мають збільшені габарити для вільного маневрування на кріслі колісному, комплектуються відкидними та стаціонарними опорними поручнями біля унітаза, а також раковиною зі зрізаним краєм для зручного під'їзду. Дзеркала, сушарки для рук та дозатори мила встановлюються на зниженій висоті, а сама кабіна обов'язково обладнується кнопкою виклику екстреної допомоги, сигнал від якої виводиться на пульт чергового диспетчера.

Впровадження систем безпеки та евакуації для маломобільних груп. Проектні рішення БЦ враховують особливості евакуації МГН у разі виникнення надзвичайних ситуацій за допомогою створення спеціальних «зон безпеки» біля ліфтових холів або сходових кліток, які мають підвищену вогнестійкість та автономний підпір повітря. Система оповіщення про пожежу виконується комплексною: звукові сирени дублюються світловими спалахами для глухих та слабочуючих відвідувачів. Всі шляхи евакуації чітко маркуються фотолюмінесцентними покажчиками зеленого кольору, розташованими на доступній для огляду висоті.

1.8 Висновки за розділом 1

У даному розділі дипломного проекту в повному обсязі розроблено архітектурно-будівельні та об'ємно-планувальні рішення для будівництва сучасного бізнес-центру. Об'єкт запроєктовано з урахуванням містобудівних норм, кліматичних умов району будівництва, а також специфіки функціонального призначення будівлі, що забезпечує комфортне та безпечне перебування як постійного персоналу офісів, так і відвідувачів ділового комплексу.

Об'ємно-планувальне рішення бізнес-центру базується на принципах функціонального зонування, раціонального використання корисного

простору та гнучкості офісних планувань. Завдяки оптимізації загальнобудинкових комунікацій, коридорів та атриумних зон, забезпечено високу економічну ефективність будівлі. Усі внутрішні простори зв'язані зручними горизонтальними та вертикальними зв'язками, які повністю відповідають сучасним вимогам ергономіки та пожежної безпеки.

Особливу увагу приділено зовнішньому вигляду та енергоефективності огорожувальних конструкцій. Композиційне вирішення фасадів базується на комбінуванні сучасної системи навісного вентильованого фасаду та масштабного панорамного структурного скління.

Конструктивна схема будівлі вирішена у вигляді надійного та довговічного залізобетонного каркаса, який забезпечує просторову жорсткість, геометричну незмінність та стійкість об'єкта під дією статичних і динамічних навантажень. Вибір матеріалів для глухих ділянок стін (великоформатні керамогранітні або композитні панелі) та ефективного утеплювача гарантує високу довговічність фасадних систем, захист капітальних конструкцій від атмосферних опадів і температурних коливань.

У межах розділу повністю реалізовано вимоги чинного законодавства щодо створення інклюзивного середовища та безперешкодного доступу для маломобільних груп населення.

Прийняті архітектурно-будівельні рішення є технічно обґрунтованими, відповідають усім вимогам діючих державних будівельних норм (ДБН) та забезпечують високу експлуатаційну надійність, сучасну естетику й інвестиційну привабливість запроєктованого ділового комплексу.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Дані ґрунтових умов для проектування фундаменту

2.1.1 Властивості ґрунтів.

Проектування фундаментів відноситься до одного з найбільш критичних етапів будівництва, адже саме ця система забезпечує стабільний перерозподіл навантажень від надземної частини будівлі на ґрунтову основу. Оптимальний вибір конструктивного типу та геометричних параметрів фундаменту безпосередньо залежить від геолого-інженерних умов майданчика. До них належать фізико-механічні параметри ґрунтів, гідрогеологічний режим (зокрема, рівень ґрунтових вод), глибина промерзання, а також потенційна динаміка змін властивостей основи під час експлуатації об'єкта. Вихідні дані щодо ґрунтових шарів та їхніх властивостей наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Властивості шарів ґрунту

Назва ґрунту	Потужність шару, м	γ_n , кН/ м ³	γ_s , кН/ м ³	W	W L	W P	ϕ_n , град	C _n , кПа	ν	p, кПа	S, м
Насипний ґрунт – супіслюнок	1,3–1,5	18,0	26,5	0,18			22	10	0,32		
Суглинок м'якопластичний, заторфований, темно-сірий	5,5–6,7	17,0	26,8	0,35	0,45	0,22	12	18	0,42	100	0,010
										200	0,022
										300	0,037
										400	0,055
Суглинок тугопластичний, запісочений, зеленувато-сірий	1,3–2,0	19,0	27,0	0,22	0,36	0,18	20	28	0,35		
Дресвяний ґрунт	без обмежень	21,0	27,5	0,08			38	5	0,25		

На ділянці будівництва, рівень ґрунтових вод зафіксовано на глибині 2,2 м.

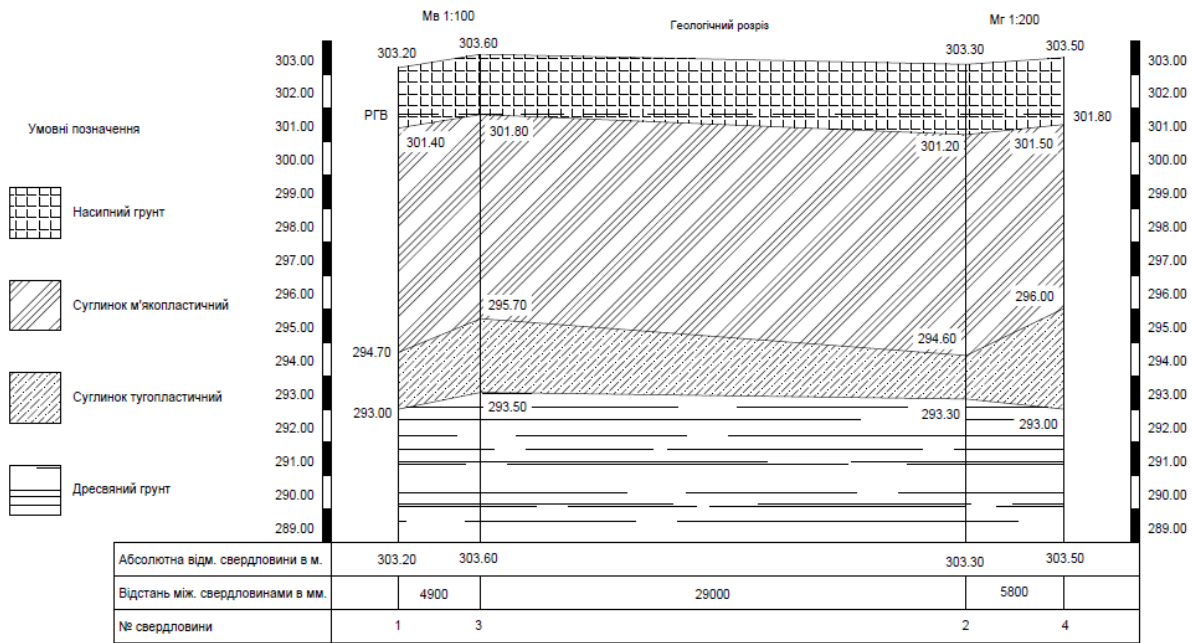
2.1.2 Склад ґрунтового середовища ділянки будівництва

Для наочного представлення інженерно-геологічних умов будівельного майданчика було побудовано геологічний розріз (рисунк 2.2), який відображає послідовність залягання ґрунтових шарів, їх потужність, основні фізико-механічні властивості та рівень ґрунтових вод.

На розрізі показано умовні позначення інженерно-геологічних елементів, зокрема (насипний ґрунт, суглинок м'якопластичний, суглинок тугопластичний та дресвяний ґрунт) та також положення рівня ґрунтових вод, зафіксованого під час проведення інженерно-геологічних досліджень.

Геологічний розріз дає змогу оцінити будову та склад ґрунтового масиву, що є важливим для обґрунтування вибору типу фундаменту, визначення несучої здатності основи та прогнозування взаємодії споруди з ґрунтовим середовищем.

Рисунок 2.1 – Геологічний розріз.



Потужність насипного ґрунту - 1,3-1,5м; суглинку м'якопластичного – 5,5 - 6,7м; суглинку туго пластичного - 1,3-2,0м; дресвянистого ґрунту – без обмежень.

2.2 Розрахунок сумарного навантаження на фундамент

Визначимо навантаження на фундамент від дев'яти поверхів бізнес центру. Стіни будівлі виконані із газобетонних блоків. Товщина зовнішніх стін - 400 мм, внутрішніх - 220 мм. Основною несучою конструкцією будівлі є залізобетонний каркас, який складається з колон та міжповерхового монолітного перекриття. Висота підвального поверху 3,25м, першого поверху 3,8 м, а усіх наступних 3,4 м. Район будівництва – м. Тернопіль.

2.2.1 Розрахунок зусиль які діють на зовнішню колону.

Тривала та безпечна експлуатація споруди залежить від точного обчислення навантажень, що припадають на колони. Цей розрахунок має базуватися на об'ємно-планувальних параметрах, кількості поверхів, типі конструкцій перекриття та покриття.

Визначимо площу навантаження на зовнішню колону:

$$A_{кр} = 1/2 \cdot L_1 \cdot L_2 \quad (2.1)$$

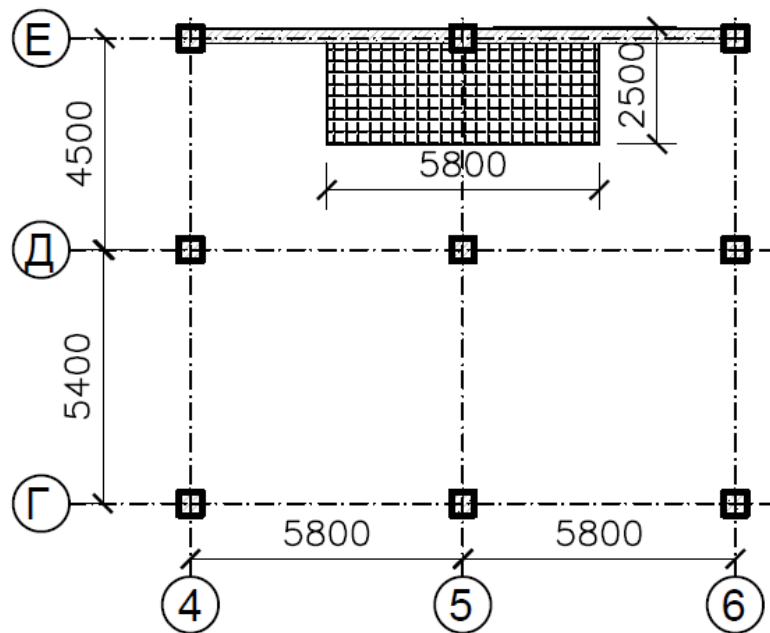
де, $A_{кр}$ - площа навантаження на колону;

L_1 - відстань між колонами по одній осі;

L_2 - відстань між колонами по перпендикулярній осі.

$$A_{кр} = 1/2 \cdot 5,8 \cdot 5 = 14,5 \text{ м}^2.$$

Рисунок 2.2 - Площа навантаження на зовнішню колону.



Порахуємо загальні постійні навантаження, що діють на зовнішню колону:

Навантаження даху - 84,15кН; плит перекриття - 677,1кН; зовнішніх стін - 447,1кН;

Отже, загальне постійне навантаження згідно даної площі для зовнішньої колони, рисунок 2.2, становить 1208,35 кН.

Тимчасові навантаження на зовнішню колону:

Снігове навантаження - 20,15 кН; Змінне навантаження - 192,4 кН.

Отже, загальне тимчасове навантаження становить 212,55 кН.

Загальне розрахункове навантаження на зовнішню колону:

$$N = N_{\text{пост}} + N_{\text{тимч}} \quad (2.2)$$

$$N = 1420,9 \text{ кН}$$

2.2.2 Розрахунок зусиль які діють на внутрішню колону.

Визначимо площу навантаження на внутрішню колону:

$$A_{кр} = L_1 \cdot L_2 \quad (2.3)$$

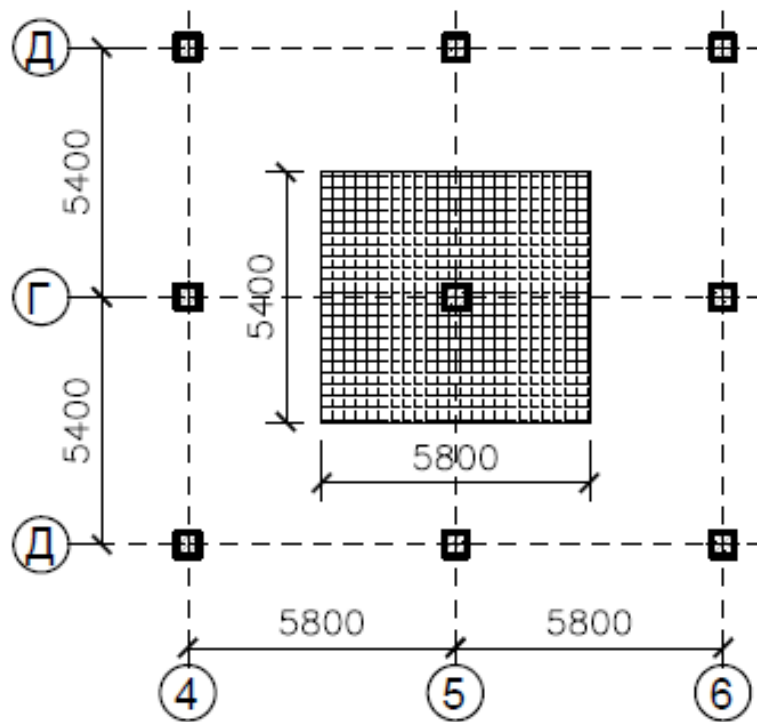
де, $A_{кр}$ - площа навантаження на колону;

L_1 - відстань між колонами по одній осі;

L_2 - відстань між колонами по перпендикулярній осі.

$$A_{кр} = 5,4 \cdot 5,8 = 31,32 \text{ м}^2.$$

Рисунок 2.3 - Площа навантаження на внутрішню колону.



Порахуємо загальні постійні навантаження, що діють на внутрішню колону:

Навантаження даху - 182,8кН; плит перекриття - 1462,5кН;
перегородок-176,8кН;

Отже, загальне постійне навантаження згідно даної площі для внутрішньої колони, рисунок 2.3, становить 1822,1 кН.

Тимчасові навантаження на внутрішню колону:

Снігове навантаження - 43,53 кН; Змінне навантаження - 415,5 кН.

Отже, загальне тимчасове навантаження становить 459 кН.

Загальне розрахункове навантаження на внутрішню колону:

$$N = N_{пост} + N_{тимч} = 2281 \text{ кН}.$$

2.3 Визначення фундаменту.

Пальові фундаменти є одним із поширених рішень у сучасному будівництві, де застосовується понад півтори сотні різновидів паль. Їх систематизують залежно від матеріалу виготовлення, особливостей армування, способу виробництва та технології встановлення в ґрунт. Також класифікація враховує принцип роботи паль у ґрунтовому масиві та характер їхньої взаємодії з навколишнім середовищем. Вибір конкретного типу паль визначається умовами будівельного майданчика, геологічними характеристиками ґрунтів і навантаженнями, які фундамент повинен сприймати та передавати від будівлі чи споруди.

Серед різноманіття пальових конструкцій, що використовуються в сучасному будівництві, найбільш поширеними є забивні залізобетонні палі. Вони виготовляються в заводських умовах, що забезпечує стабільну якість виробів, а їх занурення в ґрунт здійснюється за допомогою спеціального обладнання, зокрема спеціалізованих молотів або віброзанурювачів. Така технологія дозволяє виконувати монтажні роботи у стислі терміни та гарантує високу надійність фундаменту під час експлуатації споруди.

Широке застосування також знаходять залізобетонні палі-оболонки. Вони використовуються як конструктивний елемент пальового фундаменту та виконують функцію додаткового захисту й підсилення основних несучих елементів. Завдяки цьому підвищуються показники міцності, стійкості та довговічності фундаментних конструкцій.

Особливе місце в сучасній практиці займають буронабивні палі, які влаштовуються безпосередньо на будівельному майданчику. Технологія їх виготовлення передбачає буріння свердловини з подальшим заповненням її бетонною сумішшю та встановленням арматурного каркаса за необхідності. Основною перевагою таких паль є відсутність значних вібраційних і ударних

впливів на навколишнє середовище, що робить їх ефективним рішенням для будівництва в умовах щільної міської забудови.

Ще одним поширеним видом є набивні палі, які формуються безпосередньо в ґрунті шляхом ущільнення стінок свердловини та створення монолітного несучого елемента. Такий спосіб улаштування сприяє покращенню взаємодії палі з ґрунтовою основою та забезпечує високу несучу здатність фундаменту. Завдяки своїм технічним характеристикам набивні палі успішно застосовуються при зведенні будівель і споруд різного призначення.

Вибір типу пальового фундаменту здійснюється з урахуванням комплексу чинників, серед яких ключове значення мають інженерно-геологічні умови будівельного майданчика та величина навантажень, що передаються від споруди на основу. Саме характеристики ґрунтового середовища значною мірою впливають на доцільність застосування того чи іншого виду пальових конструкцій і визначають їхню ефективність у конкретних умовах будівництва.

Особливої актуальності пальові фундаменти набувають у випадках, коли верхні шари ґрунту мають недостатню несучу здатність для встановлення монолітного фундаменту. До таких ґрунтів належать текучі та текучо-пластичні глини, торфовища, а також насипні ґрунти, які не можуть забезпечити надійне сприйняття навантажень від будівель і споруд. У подібних умовах палі передають навантаження на нижчі більш міцні шари ґрунту.

Застосування пальових фундаментів також є доцільним за високого рівня залягання ґрунтових вод або в районах зі значною глибиною сезонного промерзання ґрунтів. Такі конструкції дозволяють мінімізувати негативний вплив несприятливих природних факторів на основу споруди та забезпечують стабільність її роботи протягом тривалого періоду експлуатації.

Використання пальових фундаментів у складних інженерно-геологічних умовах сприяє підвищенню надійності, стійкості та довговічності будівель. Крім того, цей вид фундаментів дає змогу скоротити обсяги земляних робіт, підвищити рівень механізації будівельних процесів і знизити витрати матеріальних та трудових ресурсів під час виконання робіт нульового циклу. Завдяки цьому пальові конструкції залишаються одним із найефективніших рішень для сучасного будівництва.

У проєкті прийнято пальовий фундамент, що складається з окремо розташованих паль та палевих кушів, об'єднаних монолітним залізобетонним ростверком. Таке конструктивне рішення забезпечує спільну роботу всіх елементів фундаменту та створює умови для рівномірної передачі навантажень від будівлі на ґрунтову основу. Наявність ростверку дозволяє підвищити просторову жорсткість фундаментної системи та покращити її експлуатаційні характеристики.

Кількість паль у складі фундаменту визначається на підставі розрахунків, що враховують величину навантажень від надземної частини споруди та несучу здатність окремої палі. При цьому основними вихідними даними слугують результати інженерно-геологічних вишукувань, які характеризують фізико-механічні властивості ґрунтів будівельного майданчика.

Для забезпечення раціональної роботи фундаменту, проєктом передбачено шарнірне з'єднання паль із ростверком. Відсутність жорсткого защемлення сприяє зменшенню додаткових напружень у конструкції та дозволяє фундаменту більш ефективно сприймати можливі нерівномірні навантаження. Завдяки цьому підвищується надійність роботи фундаментної системи в процесі експлуатації споруди.

Отже, використання пальового фундаменту в даному проєкті є технічно обґрунтованим та економічно доцільним рішенням. Така фундаментна система забезпечує надійне сприйняття та передачу навантажень від будівлі на міцні шари ґрунту, що сприяє підвищенню стійкості й довговічності

споруди. Крім того, застосування паль дозволяє ефективно працювати в складних інженерно-геологічних умовах, мінімізувати ризик нерівномірних осідань і забезпечити стабільність конструкції протягом усього терміну експлуатації.

Важливою перевагою такого рішення є також можливість скорочення обсягів земляних робіт, зменшення витрат будівельних матеріалів та підвищення рівня механізації будівельного процесу. Завдяки цьому досягається раціональне поєднання надійності, технологічності та економічної ефективності, що особливо актуально під час зведення сучасних багатоповерхових будівель у складних ґрунтових умовах.

Таким чином, прийнята конструкція пальового фундаменту повною мірою відповідає вимогам міцності, стійкості та експлуатаційної надійності, а також забезпечує безпечну та довготривалу роботу споруди впродовж усього розрахункового терміну служби.

2.3.1 Визначимо необхідну довжину палі.

Занурюємо палю в ґрунт, прорізаючи насипний ґрунт та суглинок м'якопластичний і зупиняємо палю в суглинку тугопластичному, в якого хороші фізико-механічні властивості.

$$h_p = -b/2 + 1/2 \cdot \sqrt{(b^2 + N / (0,9 \cdot R_{bt}))} \quad (2.4)$$

де, h_p - висота призми продавлювання;

b - розмір перерізу конструкції;

N - Основне нормальне зусилля, що діє на конструктивний елемент і викликає ефект продавлювання.

R_{bt} - розрахунковий опір бетону;

Константа 0,9 - коефіцієнт безпеки.

$$h_p = -0,35/2 + 1/2 \cdot \sqrt{(0,35^2 + 2281 / (0,9 \cdot 500))} = 0,74 = 74 \text{ см.}$$

2.3.2 Визначення необхідної кількості паль.

Необхідна кількість паль визначається за формулою:

$$n = N_t / F, \quad (2.5)$$

де, N_t – навантаження від стіни на фундамент;

F – несуча здатність палі, визначається за формулою:

$$F = F_d / \gamma_k, \quad (2.6)$$

де, $\gamma_k = 1,4$ - коефіцієнт надійності ґрунту,

F_d - розрахункова несуча здатність ґрунту основи для одиночної палі, визначається за формулою:

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cf} \cdot R \cdot A + U \cdot \gamma_{cf} \cdot \sum_i f_i \cdot h_i), \quad (2.7)$$

де, $\gamma_c = 1$ - коефіцієнт умовної роботи;

R - розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі;

A – площа обпирання палі на ґрунт;

U - зовнішній периметр палі;

f_i - розрахунковий опір шару ґрунту;

h_i - товщина шару ґрунту;

$\gamma_c = 1$ - коефіцієнт умовної роботи ґрунту під нижнім кінцем палі;

$\gamma_{cf} = 1$ - коефіцієнт умовної роботи ґрунту на боковій поверхні палі;

Переріз палі $b \times b = 0,35 \times 0,35 \text{ м}^2$;

$A = 0,35 \times 0,35 = 0,1225 \text{ м}^2$;

$U = 4 \cdot b = 4 \cdot 0,35 = 1,4 \text{ м}$;

Глибина опускання нижньої частини палі становить 8м. Отже розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі $R = 3667$ кПа.

$$F_d = 1(1 \cdot 3667 \cdot 0,1225 + 1,4 \cdot 1 \cdot 150) = 659,2 \text{ кН.}$$

$$F = 659,2 / 1,4 = 470,9 \text{ кН.}$$

$$n = 2281 / 470,9 = 4,84.$$

Отже під внутрішню колону потрібно прийняти 5 палі, С 80.35-8.

$$n = 1420,9 / 470,9 = 3,02.$$

Отже під зовнішню колону потрібно прийняти 4 палі, С 80.35-8.

2.3.3 Визначення умовних розмірів фундаменту.

Умовний фундамент є розрахунковою моделлю, що застосовується на стадії попередніх інженерних розрахунків для спрощення оцінки взаємодії споруди з ґрунтовою основою. Його використання дозволяє визначити орієнтовні розміри опорної площини, через яку передаються навантаження від будівлі, а також оцінити напружено-деформований стан основи та ефективність прийнятого конструктивного рішення. Результати таких розрахунків слугують основою для подальшого уточнення параметрів фундаменту на наступних етапах проєктування.

На відміну від реального фундаменту, умовний фундамент являє собою спрощену розрахункову модель у вигляді ідеалізованої опорної площини, через яку навантаження від споруди передаються на ґрунтову основу. При цьому не враховуються конструктивні особливості фундаменту, зокрема глибина його закладання, схема армування, матеріал та геометрична форма (стрічкова, плитна, стовпчаста тощо). Незважаючи на таке спрощення, параметри умовного фундаменту мають важливе значення для оцінки напруженого стану ґрунту, визначення величини контактного тиску та перевірки несучої здатності основи. Отримані результати використовуються для подальшого уточнення конструктивних і геометричних характеристик

реального фундаменту, забезпечуючи надійність та економічну ефективність проєктного рішення.

Розміри умовного фундаменту визначаються на підставі сумарного розрахункового навантаження, що передається від споруди на ґрунтову основу, а також з урахуванням допустимого тиску на ґрунт, який встановлюється відповідно до його фізико-механічних характеристик. Під час розрахунків беруться до уваги як постійні, так і тимчасові навантаження, що дозволяє найбільш повно відобразити умови експлуатації споруди та характер її взаємодії з основою. Такий підхід забезпечує обґрунтоване визначення необхідної площі опирання фундаменту, сприяє раціональному використанню матеріалів і є важливим етапом у подальшому проєктуванні фундаментних конструкцій.

Визначення усередненого значення кута внутрішнього тертя ґрунтів уздовж стовбура палі є важливим етапом розрахунку пальових фундаментів. Цей параметр характеризує опір ґрунту зсуву та використовується для оцінки сил тертя, що виникають на бічній поверхні палі під час передачі навантаження на основу. Усереднене значення кута внутрішнього тертя визначається з урахуванням інженерно-геологічної будови майданчика та потужності окремих шарів ґрунту, які контактують зі стовбуром палі. Отриманий результат застосовується при розрахунку несучої здатності палі за бічною поверхнею та аналізі її взаємодії з ґрунтовим масивом.

$$\Phi_{\text{mt}} = (16 \cdot 1,4 + 17 \cdot 2 + 17 \cdot 2 + 17 \cdot 1,3) / (1,4 + 2 + 2 + 1,3) = 16,8^\circ.$$

Відповідно ширина умовного фундаменту:

$$B_{\text{ум}} = 2 \cdot L \cdot \text{tg}(\Phi_{\text{mt}} / 4) + b + l \quad (2.8)$$

де, - ширина умовного фундаменту;

L - відстань від поверхні ґрунту до підшви фундаменту;

Φ_{mt} - кут внутрішнього тертя ґрунту основи в умовах монтажу;

b - ширина підшви фундаменту;

l - додаткова ширина для розподілу навантаження.

$$B_{ym}=2 \cdot 8 \cdot \operatorname{tg}(16,8 / 4)+0,35+1,5=3,02 \text{ м.}$$

Отже, ширина умовного фундаменту становить 3,02м.

2.3.4 Розрахунок опору ґрунту.

Розрахунковий опір ґрунту є однією з основних характеристик, що визначає його здатність сприймати навантаження від фундаменту без втрати стійкості та надмірних деформацій. Значення розрахункового опору залежить від фізико-механічних властивостей ґрунту, умов його залягання, глибини закладання фундаменту та геометричних параметрів основи. Визначення розрахункового опору ґрунту здійснюється відповідно до нормативних вимог і використовується для перевірки несучої здатності основи, встановлення допустимого тиску на ґрунт та обґрунтування розмірів фундаменту.

Розрахунок опору ґрунту виконується за формулою:

$$R = (\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2} / k) (M_q \cdot K_z \cdot b \cdot \gamma_1 + M_q \cdot d_b \cdot \gamma' + M_c + c_n) \quad (2.9)$$

де, $\gamma_{c1}=1,2$, $\gamma_{c2}=1,1$ - коефіцієнти умов роботи;

$k=1,1$ - коефіцієнт надійності;

k_z - коефіцієнт впливу площі фундаменту;

γ' - середнє значення питомої ваги ґрунту;

Коефіцієнти M_y , M_q , M_c , визначаються залежно від значення кута внутрішнього тертя ґрунту, який залягає безпосередньо під подошвою фундаменту.

$$M_y=0,424; M_q=2,55; M_c=5,136;$$

$$R=(1,2 \cdot 1,1/1,1)(0,424 \cdot 0,47 \cdot 3,02 \cdot 16,5+2,55 \cdot 8 \cdot 16,9+5,136+21)=457 \text{ кПа.}$$

Отже розрахунковий опір ґрунту становить 457 кПа.

2.3.5 Визначення величини середнього навантаження під подошвою фундаменту.

Середнє навантаження під подошвою конструктивного елемента визначається з метою оцінки інтенсивності передачі зусиль на ґрунтову основу. Цей показник характеризує середній тиск, який виникає в зоні контакту подошви елемента з основою, та використовується для перевірки несучої здатності ґрунту і забезпечення надійної роботи фундаментної конструкції. Отримане значення порівнюється з допустимим розрахунковим опором ґрунту, що дозволяє оцінити ефективність прийнятого конструктивного рішення.

Оцінка нормальних напружень під подошвою умовного фундаменту виконується шляхом перевірки виконання наступної нерівності:

$$P \leq R \quad (2.10)$$

де, P - середній тиск під подошвою умовного фундаменту;

R - розрахунковий опір ґрунту.

$$P = N_f / S_{\text{ум}} \quad (2.11)$$

$$P = 2281 + 72 + 1184,5 / 3,02 \cdot 3,02 = 387,9 \text{ кПа.}$$

$$387,9 \text{ кПа} < 457 \text{ кПа.}$$

Отже перевірка $P < R$ виконується, це свідчить, що фактичний тиск під подошвою менший від розрахункового опору ґрунту на рівні умовного фундаменту.

2.4 Розрахунок осідань під дією навантаження на палю.

Товщину елементарного шару визначаємо залежно від ширини умовного фундаменту $b_{ef} = 3,02\text{м}$. Вона приймається рівною $h_i = 0,4 \cdot b_{ef}$, але не більше ніж $0,8\text{м}$:

$$h_i = 0,4 \cdot 3,02 = 1,208; h_i \text{ приймаємо } 0,8.$$

Напруження від власної ваги ґрунту на рівні підшви умовного фундаменту (глибина закладання $d = 8,0\text{м}$) становить:

$$\sigma_{zg,ym} = 159,98 \text{ кПа}.$$

Визначення додаткового тиску на основу P_0 (вертикального напруження від зовнішнього навантаження) на рівні підшви умовного фундаменту виконуємо за формулою:

$$P_0 = P - \sigma_{zg, ym} \quad (2.12)$$

$$P_0 = 387,9 - 159,98 = 227,92 \text{ кПа}.$$

Нижня межа стисливої товщі (глибина розрахунку z) знаходиться на рівні, де виконується нормативна умова:

$$\sigma_{zp} \leq 0,2 \cdot \sigma_{zg}$$

Значення додаткового напруження на підшві, а також підсумкове осідання кожного шару наведено в таблицях нижче 2.2 і 2.3.

Таблиця 2.2 - Напруження в основі умовного фундаменту.

№ точк и	Глибин а точки від підшови Z, м	Віднош а глибина $\xi =$ $2 \cdot Z / b_{ef}$	Коефіцієн т затухання α	Напруж . від власної ваги грунту σ_{zg} , кПа	Додаткове напруженн я σ_{zp} , кПа	Умова межі стисливо ї товщі $0,2 \cdot \sigma_{zg}$, кПа
0	0	0,0	1,000	159,98	240,92	32,00
1	0,8	0,53	0,915	174,98	220,44	35,00
2	1,6	1,06	0,712	189,98	171,53	38,00
3	2,4	1,59	0,490	204,98	118,05	41,00
4	3,2	2,12	0,338	219,98	81,43	44,00
5	4,0	2,65	0,242	234,98	58,30	47,00
6	4,8	3,18	0,179	249,98	43,12	50,00

Фізично це напруження показує, наскільки навантажений ґрунт під умовним фундаментом і чи здатний він сприйняти передане навантаження без втрати несучої здатності та надмірних осідань.

Таблиця 2.3 - Розрахунок осідання шарів ґрунту.

№ елементарного шару	Додаткове напруження на покрівлі шару, кПа	Додаткове напруження на підшві шару, кПа	Середнє напруження в шарі $\sigma_{zp,i}$, кПа	Модуль деформації E , кПа	Товщина шару h_i , см	Осідання шару S_i , см
1	240,92	220,44	230,68	19500	80	0,95
2	220,44	171,53	195,99	19500	80	0,80
3	171,53	118,05	144,79	19500	80	0,59
4	118,05	81,43	99,74	19500	80	0,41
5	81,43	58,30	69,87	19500	80	0,29
6	58,30	43,12	50,71	19500	80	0,21
Сума:						3,25

Отже, отримане осідання становить - 3,25 см, що є меншим за допустиме -12 см.

Умова виконується. Розрахункове осідання умовного фундаменту будівлі бізнес-центру суттєво менше за гранично допустиме нормативне значення. Експлуатаційна надійність та стійкість основ і фундаментів повністю забезпечена.

2.5 Висновок за розділом 2

У даному розділі було виконано комплексне проектування та повний цикл необхідних інженерних розрахунків підземної частини (основ і фундаментів) проєктованого бізнес центру.

На основі детального аналізу інженерно-геологічних та гідрогеологічних умов майданчика будівництва, що характеризується наявністю верхніх слабких шарів ґрунту з низькими міцнісними та деформаційними характеристиками, було технічно й економічно обґрунтовано відмову від фундаментів мілкого закладання на користь палевого варіанту. Значні капітальні навантаження від надземного каркаса будівлі вимагали прорізання слабких верхніх шарів і передачі зусиль на більш надійні підстилаючи нижні шари основи.

Для забезпечення надійної експлуатації споруди прийнято рішення влаштувати пальові фундаменти у вигляді кушів забивних залізобетонних паль квадратного перерізу. Довжина паль підібрана таким чином, щоб повністю пройти слабкі пласти ґрунту і заглибити кінці паль у надійний несучий шар. Для об'єднання паль у єдину конструктивну систему та рівномірного розподілу навантажень від колон проєктовано монолітний залізобетонний ростверк.

Відповідно до чинних нормативних вимог, виконано перевірку ростверку на продавлювання під дією зосередженого вертикального навантаження від колон надземного каркаса.

Для перевірки стійкості системи «фундамент - основа» розрахунок виконувався за моделлю умовного масиву ґрунту, що включає в себе палі, ростверк та ґрунт у міжпальовому просторі. Обчислений фактичний середній тиск по підшві умовного масиву (з урахуванням усіх постійних, тимчасових навантажень та власної ваги підземної частини) порівнювався з розрахованим опором ґрунту основи. Проведена перевірка показала, що чинне напруження не перевищує гранично допустимого опору ґрунту. Дане співвідношення підтверджує, що геометричні розміри умовного фундаменту

підібрані абсолютно коректно, а небезпека виникнення пластичних деформацій чи випору ґрунту повністю виключена.

Оцінку деформацій основи виконано методом пошарового підсумовування в межах стисливої товщі, нижня межа якої визначена за умовою згасання додаткових напружень від будівлі до рівня відсоткової частки від природного тиску ґрунту. Визначене повне очікуване розрахункове осідання пальового фундаменту було порівняне із гранично допустимим нормативним значенням, встановленим будівельними нормами для споруд даного конструктивного типу. Отриманий суттєвий запас за деформаціями, який гарантує стабільність геометричного положення конструкцій, відсутність понаднормативних нерівномірних осадок, тріщин та перекосів елементів каркаса протягом усього терміну експлуатації об'єкта.

Таким чином, розроблені в розділі проєктні рішення фундаменту повністю відповідають вимогам чинних нормативних документів (ДБН) щодо міцності, стійкості та експлуатаційної придатності. Запропонований варіант підземної частини є технічно надійним, забезпечує безперебійну роботу несучих конструкцій будівлі та є оптимальним для реалізації в наявних інженерно-геологічних умовах майданчика будівництва.

РОЗДІЛ 3.

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

3.1 Охорона праці

Організаційно-правові засади надання безпеки. При розробці технологічних процесів та організації робочих місць на будівельному майданчику ключовим пріоритетом є створення безпечних і нешкідливих умов праці. Усі проєктні рішення у цьому розділі розроблені у чіткій відповідності до Закону України «Про охорона праці», державних будівельних норм ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Промислова безпека у будівництві» [7], а також Кодексу цивільного захисту України. Перед початком будь-яких будівельно-монтажних робіт генеральний підрядник зобов'язаний оформити акт-допуск, розробити проєкт виконання робіт (ПВР) з урахуванням специфіки об'єкта, а також провести для всього персоналу вступний, первинний та, за необхідності, цільовий інструктаж з техніки безпеки з обов'язковою реєстрацією у журналі обліку.

Облаштування будівельного майданчика та небезпечні зони. Територія будівельного майданчика обов'язково огорожується захисним парканом заввишки не менше ніж 1,6 метра у місцях загального доступу та 2,0 метри поблизу пішохідних зон, де огорожа додатково обладнується захисним дашком. На території чітко розмежовуються небезпечні зони, пов'язані з переміщенням вантажів підйомними кранами, можливим падінням предметів з висоти, а також зонами роботи будівельних машин. Усі небезпечні ділянки та під'їзні шляхи маркуються відповідними знаками безпеки та сигнальним освітленням у нічний час, а рух автотранспорту організовується за затвердженою схемою з обмеженням швидкості до 10 км/год.

Виробнича санітарія, гігієна та електробезпека. Для захисту працівників від шкідливих виробничих факторів (пилу, шуму, вібрації та хімічних речовин) передбачено обов'язкове використання засобів

індивідуального захисту (ЗІЗ): касок, захисних окулярів, респіраторів, спецвзуття та рукавиць. Будівельний майданчик забезпечується санітарно-побутовими приміщеннями (гардеробними, душовими, кімнатами для відпочинку та приймання їжі), а також аптечками першої медичної допомоги. Електробезпека на об'єкті досягається шляхом заземлення та занулення всіх металевих частин електроустановок, використання пристроїв захисного вимкнення (ПЗВ), прокладання кабелів на безпечній висоті та застосування тимчасового освітлення напругою не вище ніж 42 В (а в особливо вологих місцях - не більше ніж 12 В).

Пожежна безпека та цивільний захист. Пожежна безпека на території будівництва організовується відповідно до «Правил пожежної безпеки в Україні», що передбачає облаштування пожежних щитів із первинними засобами пожежогасіння (вогнегасниками, піском, лопатами, баграми) біля складів та побутових приміщень, а також забезпечення вільних проїздів для пожежних автомобілів. Складування горючих будівельних матеріалів та виконання зварювальних чи інших вогневих робіт суворо регламентується та ізолюється. На випадок виникнення надзвичайних ситуацій чи оголошення сигналів цивільного захисту (зокрема, «Повітряна тривога»), на майданчику розробляється та вивішується план евакуації, встановлюється система гучномовного оповіщення, а персонал заздалегідь інструктується щодо чіткого порядку дій та розташування найближчого захисного укриття.

3.1.1 Техніка безпеки при роботі із механізмами

Загальні вимоги до допуску персоналу та технічного стану машин. Експлуатація будівельних машин, вантажопідйомних механізмів та засобів малої механізації на будівельному майданчику дозволяється лише за умови їх повної технічної справності та відповідності вимогам НПАОП 0.00-1.80-18 «Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідйомних кранів, підйомних пристроїв та відповідного обладнання». До керування мобільними машинами (екскаваторами, бульдозерами, кранами) допускаються особи не

молодше 18 років, які пройшли спеціальне навчання та мають відповідний допуск до роботи з ними. Перед початком кожної зміни оператор (машиніст) зобов'язаний провести візуальний огляд механізмів, перевірити справність гальмівних систем, заземлення (для електроустановок), відсутність підтікання робочих рідин, а також роботу систем сигналізації та блокування, зробивши відповідний запис у вахтовому журналі.

Безпека при роботі з вантажопідійомними кранами та машинами. Робота баштових, автомобільних або гусеничних кранів є джерелом підвищеної небезпеки і потребує суворого дотримання меж небезпечної зони, яка розраховується як сума максимального вильоту стріли, половини габариту вантажу та напільного розльоту у разі падіння конструкції. Категорично забороняється підйом вантажів, маса яких перевищує номінальну вантажопідйомність крана на даному вильоті стріли, а також підтягування вантажів по землі косим натягом канатів. Робота кранів повністю припиняється у разі настання несприятливих погодних умов: погіршення видимості (туман, злива, снігопад), ожеледиці, а також при швидкості вітру понад 15 м/с (або менше, якщо це вказано в паспорті заводу-виробника конкретного крана).

Захисні огороження та блокувальні пристрої механізмів. Усі рухомі, обертові та відкриті частини машин і механізмів (зубчасті, пасові та ланцюгові передачі, вали, муфти, шківи), що розташовані в зоні доступу обслуговуючого персоналу, повинні бути надійно закриті суцільними або сітчастими металевими захисними кожухами. Захисні блоки та кожухи обладнуються системами електричного або механічного блокування, які унеможливають запуск двигуна механізму при знятій або відкритій огорожі. Будь-які роботи з технічного обслуговування, очищення, змащування або ремонту будівельних машин дозволяється проводити лише після повної зупинки двигуна, відключення від джерела живлення, зняття залишкового тиску в гідро- чи пневмосистемах та вивішування попереджувальної таблички: «Не вмикати! Працюють люди!».

Охорона праці при експлуатації ручного електроінструменту. Застосування ручних електричних машин (перфораторів, кутових шліфувальних машин, дискових пилок) вимагає суворого контролю за класом електробезпеки та станом ізоляції живлення. Перед початком робіт будівельник зобов'язаний перевірити цілісність корпусу інструменту, гнучкого шлангового кабелю, штепсельної вилки, а також чіткість роботи вимикача. Забороняється натягувати або перегинати кабелі живлення, допускати їх перетин із тросами кранів, газозварювальними шлангами чи гарячими поверхнями. При роботі на відкритих майданчиках допускається використання інструменту класу захисту не нижче II (з подвійною ізоляцією), а саме підключення здійснюється обов'язково через пристрої захисного вимкнення (ПЗВ) з номінальним струмом спрацьовування не більше ніж 30 мА.

Специфіка безпеки під час роботи з пневматичним та гідравлічним інструментом. При експлуатації пневматичного інструменту (відбійних молотків, бетоноломів) підвищена увага приділяється надійності з'єднань повітряних шлангів, які повинні скріплюватися між собою лише за допомогою інвентарних хомутів та штуцерів (використання звичайного дроту суворо заборонено). Клапани на підвідних повітропроводах повинні легко відкриватися і не пропускати повітря, а підключення шлангів до магістралі дозволяється лише після продувки лінії. Оператори, які працюють з вібраційним (пневматичним чи гідравлічним) інструментом, зобов'язані використовувати ЗІЗ від шуму та вібрації (антивібраційні рукавиці, протишумові навушники) та дотримуватися регламентованих перерв у роботі (по 10–15 хвилин через кожну годину праці) для запобігання професійним захворюванням.

3.1.2 Охорона праці під час виконання основних технологічних процесів.

Безпека під час виконання земляних робіт та розробки котлованів. Розробка ґрунту в котлованах і траншеях є процесом підвищеної небезпеки через ризик раптового обвалення чи обсипання стін та травмування робітників. До початку механізованого або ручного копання будівельна організація зобов'язана отримати письмовий дозвіл на розриття, узгоджений із власниками підземних комунікацій (газопроводів, кабелів зв'язку та електромереж), а в зонах їх безпосереднього залягання роботи виконуються виключно вручну лопатами під наглядом виконроба. При досягненні глибини виїмок понад 1,0–1,5 м (залежно від типу ґрунту) обов'язково влаштовуються інвентарні дерев'яні або металеві кріплення стін, або ж укуси розробляються з безпечною крутизною, визначеною розрахунками в ПВР (проекті виконання робіт). Рух будівельної техніки, складування виїнятого ґрунту та конструкцій дозволяється лише за межами призми обрушення на відстані не менше ніж 1,0 м від краю бровки, а для спуску робітників у котлован встановлюються надійні драбини з поручнями, оскільки спуск по конструкціях кріплень суворо заборонено.

Організація безпеки при монтажі будівельних конструкцій. Монтажні роботи супроводжуються ризиками падіння елементів конструкцій, обриву стропів та травмування людей у зоні дії вантажопідйомних механізмів. До виконання монтажних процесів допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли спеціальне навчання та мають посвідчення стропальника. Зона, де здійснюється підйом та переміщення конструкцій краном, визначається як небезпечна, її радіус розраховується з урахуванням габаритів вантажу та висоти підйому, а межі маркуються сигнальними стрічками та знаками заборони. Усі будівельні елементи (колони, ригелі, плити перекриття) перед підйомом очищаються від бруду, криги та сторонніх предметів, а їх стропування виконується знімними вантажозахоплювальними пристроями,

що пройшли періодичне технічне випробування та мають відповідні пломби чи бірки. Підйом конструкцій, що мають велику парусність або нестійке положення, здійснюється із застосуванням гнучких відтяжок-канатів для запобігання їх самовільному розвороту, при цьому перебування людей під вантажем, що транспортується, є категорично недопустимим.

Охорона праці при виконанні висотних та верхолазних робіт. Виконання робіт на висоті понад 1,3 метра від поверхні землі або покриття вимагає суворого дотримання вимог НПАОП 0.00-1.15-07 «Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті». Основним засобом захисту від падіння є влаштування міцних інвентарних захисних огорожень заввишки не менше ніж 1,1 м з обов'язковим бортовим елементом знизу для запобігання падінню інструментів. У разі неможливості встановлення огорожень (наприклад, на етапі монтажу крайніх плит чи контурів ліфтових шахт) монтажники зобов'язані використовувати безлямкові або лямкові запобіжні пояси, канат яких надійно кріпиться до заздалегідь визначених та випробуваних точок або страхувальних тросів. Усі риштування, люльки та підмостки перед експлуатацією проходять процедуру приймання комісією з оформленням відповідного акта, а їх поточний стан щоденно перевіряється майстром зміни на предмет цілісності настилів, відсутності щілин та надійності анкерного кріплення до стін будівлі.

Безпека праці при веденні залізобетонних та опалубних робіт. Технологічний цикл зведення монолітних конструкцій включає монтаж арматури, встановлення опалубки та укладання бетонної суміші, кожен з яких має свої специфічні вимоги безпеки. Збирання та розбирання елементів опалубки (особливо великопанельної та висотної) має виконуватися в чіткій послідовності, виключаючи можливість раптового перекидання або обвалення щитів під тиском бетону. Ходіння по заготовлених арматурних сітках та каркасах дозволяється лише за умови влаштування тимчасових дерев'яних настилів завширшки не менше ніж 0,6 м. Під час укладання бетонної суміші за допомогою бетононасосів або поворотних бадей (цебер)

робочі зобов'язані перебувати на безпечній відстані від траєкторії руху техніки, а оператори вібраторів для ущільнення бетону повинні використовувати діелектричні рукавиці, захисні окуляри та спецодяг через підвищену небезпеку ураження струмом. Демонтаж опалубки дозволяється лише після досягнення бетоном проєктної міцності, підтвердженої лабораторними випробуваннями, та за письмовим розпорядженням головного інженера.

Техніка безпеки при виконанні кам'яних (мурувальних) робіт. Зведення стін та перегородок вимагає правильної організації робочого місця муляра з чітким зонуванням робочої площі, зони складування матеріалів (цегли, розчину) та транспортної зони. Мурування стін кожної вище розташованої секції (ярусу) дозволяється виконувати лише тоді, коли рівень викладеної стіни попереднього ярусу знаходиться на висоті не менше ніж 0,7 м від рівня робочого настилу або перекриття. Складування піддонів із цеглою та ящиків із розчином на перекриттях і підмостках має здійснюватися строго в межах допустимих нормативних навантажень, щоб уникнути деформації або руйнування тримальних настилів. Забороняється здійснювати кладку, стоячи безпосередньо на стіні або виходити на карнизи, а також залишати незакріплені стінові панелі або перегородки під час перерв у роботі чи при посиленні вітру понад 15 м/с.

Безпека під час виконання оздоблювальних та покрівельних робіт. Оздоблювальні процеси (тинькування, фарбування, облицювання) та влаштування покрівлі часто пов'язані з використанням токсичних, горючих речовин та роботою на похилих поверхнях з високим ризиком ковзання. При виконанні внутрішніх малярних робіт із застосуванням швидкосохнучих фарб, нітролаків або мастик приміщення обов'язково забезпечуються примусовою припливно-витяжною вентиляцією, а робітники - респіраторами відповідного класу захисту. Покрівельні роботи на дахах із ухилом понад 12 градусів виконуються із застосуванням спеціальних переносних трапів із поперечними планками, що надійно зачіпляються за даху. Всі матеріали на

покрівлі надійно закріплюються, а зона навколо будівлі на рівні землі на час проведення робіт огорожується і забезпечується попереджувальними написами: «Обережно, зона можливого падіння предметів!».

3.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Організаційні засади цивільного захисту на будівельному майданчику. Забезпечення безпеки персоналу будівельного майданчика в умовах надзвичайних ситуацій (НС) техногенного, природного або воєнного характеру регламентується Кодексом цивільного захисту України та вимогами ДБН В.1.2-4:2019 «Система надійності та безпеки в будівництві. Інженерно-технічні заходи цивільного захисту» [8]. Відповідальність за організацію цивільного захисту, своєчасне сповіщення та безпечну евакуацію людей покладається на керівника будівельної організації (генерального підрядника) та призначеного наказом начальника штабу ЦЗ об'єкта. На майданчику заздалегідь розробляється «План реагування на надзвичайні ситуації», який містить чіткий алгоритм дій керівного складу та робітників, схеми евакуації, графіки чергувань, а також порядок взаємодії з територіальними підрозділами Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС).

Системи оповіщення та інструктування персоналу. Основним фактором збереження життя людей при загрозі або виникненні НС є оперативність їх інструктування та інформування. Будівельний майданчик обладнується автономною системою гучномовного зв'язку та звукової сигналізації (сирени, гудки), звукові сигнали якої повинні чітко прослуховуватися у будь-якій точці об'єкта, включно з кабінами баштових кранів та підвальними приміщеннями. Весь персонал майданчика (включно із субпідрядними організаціями) при прийомі на роботу та періодично проходить спеціальні навчання та інструктажі щодо дій за сигналами цивільного захисту (зокрема, «Увага всім!», «Повітряна тривога»). На інформаційних стендах у побутових приміщеннях обов'язково вивішуються карти-схеми евакуації із зазначенням

напрямків руху, місць розташування засобів індивідуального захисту, аптечок та найближчих захисних споруд.

Заходи у разі виникнення аварій техногенного характеру. Техногенні надзвичайні ситуації на будівництві найчастіше пов'язані з раптовим руйнуванням тримальних будівельних конструкцій, обваленням ґрунту в котлованах, витоком газу або масштабними пожежами. При виявленні ознак які муть спричинити аварію (деформація опалубки, тріщини в стінах, запах газу, задимлення) будь-який працівник зобов'язаний зупинити роботу, попередити колег навколо, вийти з небезпечної зони та повідомити лінійного керівника (виконроба). У випадку завалу або блокування людей у підземних виїмках чи залізобетонних конструкціях керівництво об'єкта негайно викликає аварійно-рятувальні служби, організовує першочергове надання домедичної допомоги потерпілим силами навченого персоналу та вживає заходів щодо локалізації аварії (перекриття ліній водо-, газо- та електропостачання).

Забезпечення засобами колективного та індивідуального захисту. Для мінімізації наслідків надзвичайних ситуацій, пов'язаних із викидом хімічно небезпечних речовин (ХНР), радіоактивним забрудненням або задимленням, об'єкт будівництва забезпечується необхідним резервом засобів захисту. На території майданчика облаштовуються медичні пости, укомплектовані ношами, шинами, засобами зупинки кровотечі та протиопіковими аптечками. Працівники, які залучаються до ліквідації наслідків локальних аварій або працюють у зонах підвищеного ризику, забезпечуються додатковими ЗІЗ: промисловими протигазами, ізолюючими респіраторами, захисними костюмами та діелектричним інструментом. Усі захисні споруди цивільного захисту, закріплені за будівельним майданчиком, підтримуються у постійній готовності, забезпечуються нормативним запасом питної води, медикаментів, автономним освітленням та інструментом для розбирання завалів (ломами, лопатами, дисковими пилками).

3.3 Висновки за розділом 3

Інтегральний підхід до створення безпечного середовища. У результаті комплексного дослідження та проектування у даному розділі було успішно сформовано цілісну систему управління безпекою життєдіяльності та охороною праці на будівельному майданчику. Усі розроблені рішення, організаційні заходи та технічні засоби базуються на суворому дотриманні чинного законодавства України, зокрема Конституції України, Закону України «Про охорону праці», Кодексу цивільного захисту, а також актуальних профільних державних будівельних норм (ДБН) та нормативно-правових актів з охорони праці (НПАОП). Обґрунтовано, що створення гуманних, безпечних і нешкідливих умов праці є не просто правовим обов'язком будівельного підприємства, а ключовим фактором підвищення ефективності виробництва, мінімізації виробничого травматизму та збереження життя і здоров'я людини як найвищої соціальної цінності.

Ефективність інженерно-технічних рішень у технологічних процесах. На основі детального аналізу специфіки основних будівельно-монтажних процесів (включаючи земляні, монтажні, залізобетонні та верхолазні роботи) було впроваджено превентивні інженерні рішення для нейтралізації шкідливих та небезпечних виробничих факторів. Розрахункове визначення зон ризику навколо будівельних машин і механізмів, проектування надійних інвентарних огорожень, впровадження сучасних систем страхування на висоті, а також суворий контроль за використанням сертифікованих засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) дозволили звести до технічно мінімального рівня ймовірність виникнення аварійних ситуацій. Запропоновані заходи з електробезпеки, виробничої санітарії та гігієни праці (зокрема, використання ПЗВ, заземлення та захист від віброакустичних навантажень) забезпечують збереження високої працездатності персоналу протягом усієї робочої зміни.

Загальний підсумок та практична цінність проекту. Підсумовуючи вищевикладене, можна стверджувати, що запроєктований об'єкт будівництва

та технологія його зведення повністю відповідають критеріям екологічної, промислової та соціальної безпеки. Інтеграція теоретичних засад безпеки життєдіяльності у практичну площину будівельного виробництва довела, що будь-який ризик можна передбачити, локалізувати та усунути за умови грамотного інженерного розрахунку та високої культури безпеки праці. Отримані результати та запропоновані рекомендації мають безпосередню практичну цінність і готові до впровадження у реальне виробниче середовище будівельного підприємства.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дипломній роботі виконано комплексне проектування сучасної будівлі бізнес-центру з дотриманням чинних будівельних норм, державних стандартів та нормативно-правових актів.

В архітектурно-будівельному розділі обґрунтовано генеральний план ділянки, об'ємно-планувальні та естетичні рішення будівлі, а також виконано функціональне зонування внутрішнього простору офісів та зон загального користування. Завдяки впровадженню сучасних огорожувальних конструкцій, панорамного скління та сертифікованих теплоізоляційних матеріалів забезпечено високі показники енергоефективності, довговічності та архітектурної виразності об'єкта.

У конструктивному розділі проведено детальний аналіз інженерно-геологічних умов майданчика будівництва та обґрунтовано вибір несучих конструкцій. Виконано статичні та динамічні розрахунки просторового каркаса будівлі й елементів фундаменту на міцність, стійкість та деформованість.

В розділі з охорони праці розроблено комплекс організаційних, технічних та санітарно-гігієнічних заходів для забезпечення безпеки працівників під час зведення та подальшої експлуатації бізнес-центру. Особливу увагу приділено методам безпечного виконання будівельно-монтажних робіт на висоті, розрахунку ефективного освітлення та вентиляції робочих місць, а також проектуванню надійних систем пожежної безпеки, протидимного захисту та шляхів евакуації.

Загалом, розроблений проєкт бізнес-центру є технічно обґрунтованим, економічно доцільним та безпечним, що дозволяє застосовувати його у сфері сучасного будівництва.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Методичні вказівки для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» / В. П. Ясній, О. П. Конончук, О. М. Мещерякова, І. В. Коваль, А. П. Сорочак. Тернопіль : ТНТУ, 2025. 59 с. https://kafbm.tntu.edu.ua/images/files/mtd/krb_bak.pdf
2. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель.
3. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування.
4. ДБН Б.1.1-14:2021. Склад та зміст містобудівної документації на місцевому рівні.
5. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій.
6. ДБН В.2.5-39:2008. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі.
7. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Промислова безпека у будівництві.
8. ДБН В.1.2-4:2019. Система надійності та безпеки в будівництві. Інженерно-технічні заходи цивільного захисту.
9. НПАОП 0.00-1.15-07. Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті.
10. НПАОП 0.00-1.80-18. Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідйомних кранів, підйомних пристроїв та відповідного обладнання.
11. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення.
12. ДБН В.2.2-28:2010. Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення.
13. ДБН В.2.1-10-2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення.
14. ДБН В.2.6-33:2018. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування
15. ДБН В.1.1-12:2014. Будівництво в сейсмічних районах України.

16. ДСТУ Б А.2.2-8:2010. Розділ Енергоефективність у складі проектної документації об'єктів.
17. ДСТУ И Б В.1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія.
18. ДБН В.2.2-15:2019 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення Зі зміною № 1.
19. ДСТУ EN 14351-1:2020. Вікна та двері. Вимоги. Частина 1. Вікна та зовнішні двері (EN 14351-1:2006 + A2:2016, IDT).
20. ДБН В.2.3-15:2007 Споруди транспорту. Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів. Зі Змінами № 1, № 2 та № 3