

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

Факультет інженерії машин, споруд і технологій

(повна назва факультету)

Кафедра будівельної механіки

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Проект реконструкції дитячого садку із дослідженням
поведінки цегляної кладки**

Виконав: студент VI курсу, групи МБмд-61
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(шифр і назва спеціальності)

Студент		Трофимець І. А.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник		Мельник Л. М.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Нормоконтроль		Мещерякова О. М.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри		Ясній В. П.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Рецензент		Качка О. І.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

Вступ; Розділ 1 Архітектурно-будівельний; Розділ 2 Розрахунково-конструктивний; Розділ 3 Науково-дослідний; Розділ 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях; Висновки

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

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Каспрук В.Б. доцент		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	Стручок В.С. ст. викл.		
Нормоконтроль	Мещерякова О.М. ст.викл.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Розділ 1 Архітектурно-будівельний		
2	Розділ 2 Розрахунково-конструктивний		
3	Розділ 3 Науково-дослідний		
4	Розділ 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях		
5	Висновки		

Студент

_____ (підпис)

Трофимець І. А.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Мельник Л. М.

_____ (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ.....	8
1.1 Вихідні дані.....	8
1.2 Рішення генерального плану до і після реконструкції	9
1.3 Характеристика об'єкта до реконструкції.....	10
1.3.1 Конструктивне рішення будівлі.....	10
1.3.2 Об'ємно-планувальне рішення будівлі.....	11
1.4 Характеристика об'єкта після реконструкції.....	13
1.4.1 Конструктивне рішення приміщення.....	13
1.4.2 Об'ємно-планувальне рішення будівлі.....	14
1.5 Теплотехнічний розрахунок стіни.....	15
1.6 Внутрішнє та зовнішнє оздоблення приміщень.....	17
1.7 Висновки до розділу 1	18
РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ.....	20
2.1 Вихідні дані для проєкту	20
2.2 Визначення вихідних і класифікаційних характеристик ґрунту	22
2.3 Розрахунок і проєктування стовпчастого фундаменту	25
2.3.1 Підбір арматури.....	30
2.4 Висновок до розділу 2.....	31
РОЗДІЛ 3 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ	32
3.1 Загальні положення розрахунків.....	32
3.1.1 Призначення характеристик бетону та арматури	34
3.2 Кількісні характеристики розрахункової схеми	38
3.2.1 Жорсткість елементів.....	39
3.3 Розрахунок сейсміки	40
3.4 Висновок до розділу 3.....	42
Розділ 4 Охорона праці та безпека надзвичайних ситуаціях.....	43
4.1 Загальні положення про безпеку умов праці в будівництві	43

4.1.2 Вимоги безпеки до облаштування та утримання будівельного майданчика, ділянок робіт і робочих місць	44
4.1.3 Вимоги безпеки при складуванні матеріалів і конструкцій.....	45
4.1.4 Безпека праці при цегляній кладці	46
4.1.5 Висновки до підрозділу 4.1	47
4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях	48
4.2.1 Оцінка стійкості об'єкту до впливу ударної хвилі ядерного (техногенного) вибуху і заходи щодо підвищення стійкості	48
4.2.2 Організація і проведення досліджень з оцінки стійкості об'єкту в НС	50
4.2.3 Оцінка масштабу, розмірів втрат та інших наслідків можливої НС на об'єкті будівництва	52
4.2.4 Висновки до підрозділу 4.2	56
ЗАГАЛЬНІ Висновки	57
БІБЛІОГРАФІЯ.....	59

ВСТУП

Сучасний етап розвитку системи дошкільної освіти в Україні характеризується підвищеними вимогами до функціональності, безпеки та комфортності будівель дитячих закладів. Зростання потреб у створенні повноцінного освітнього середовища зумовлює необхідність удосконалення просторово-планувальних та конструктивних рішень існуючих будівель дитячих садків, значна частина яких була зведена за типовими проєктами та не відповідає сучасним вимогам організації навчально-виховного процесу.

Однією з актуальних проблем експлуатації існуючих закладів дошкільної освіти є відсутність спеціалізованих приміщень для проведення масових заходів, таких як святкові події, збори, культурно-освітні та виховні заходи з одночасним перебуванням значної кількості дітей і персоналу. У зв'язку з цим доцільним є виконання реконструкції будівель дитячих садків із улаштуванням прибудованих приміщень громадського призначення, функціонально пов'язаних з основною будівлею.

Актуальність теми кваліфікаційної роботи зумовлена необхідністю забезпечення безпечної та надійної експлуатації будівель дошкільних закладів при їх реконструкції та розширенні. Прибудова актового залу до існуючої будівлі дитячого садка вимагає комплексного підходу до вирішення архітектурно-планувальних і конструктивних завдань, врахування інженерно-геологічних та кліматичних умов, а також дії сейсмічних навантажень, характерних для району будівництва. Особливе значення при цьому має обґрунтування конструктивної схеми прибудови, вибір типу фундаментів та забезпечення сумісної роботи нових і існуючих конструкцій.

Використання сучасних методів чисельного аналізу, зокрема методу скінченних елементів, дозволяє детально дослідити напружено-деформований стан конструкцій, оцінити їх поведінку під дією статичних і сейсмічних навантажень та підвищити рівень обґрунтованості прийнятих проєктних рішень. Такий підхід є особливо важливим для будівель II рівня відповідальності з

постійним перебуванням дітей.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Кваліфікаційна робота виконана відповідно до навчально-наукових напрямів кафедри будівельної механіки та спрямована на вирішення актуальних завдань реконструкції громадських будівель соціального призначення.

Метою кваліфікаційної роботи є реконструкція будівлі дитячого садка шляхом улаштування прибудови з актовим залом та обґрунтування архітектурно-будівельних і конструктивних рішень на основі інженерних розрахунків і чисельного моделювання.

Для досягнення поставленої мети у роботі необхідно вирішити такі **завдання:**

- проаналізувати вихідні дані та технічний стан існуючої будівлі дитячого садка;
- розробити архітектурно-планувальні рішення прибудови актового залу;
- визначити природно-кліматичні, інженерно-геологічні та сейсмічні умови району будівництва;
- виконати теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій прибудови;
- здійснити розрахунок і проєктування стовпчастих фундаментів прибудови;
- виконати чисельне моделювання конструкцій методом скінченних елементів
- дослідити напружено-деформований стан цегляних стін з урахуванням сейсмічних впливів;
- розробити заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Об'єктом дослідження є будівля дитячого садка, що реконструюється з улаштуванням прибудованого приміщення.

Предметом дослідження є несучі прибудови та існуючої будівлі, а також їх робота під дією експлуатаційних і сейсмічних навантажень.

Методи дослідження. У роботі застосовано нормативні методи

проектування будівельних конструкцій, метод скінченних елементів, чисельне моделювання в програмному комплексі SCAD++, а також методи інженерного аналізу.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості використання прийнятих проєктних і конструктивних рішень при реконструкції будівель дошкільних навчальних закладів з улаштуванням прибудованих приміщень громадського призначення.

Ключові слова: дитячий садок, реконструкція будівлі, актовий зал, прибудова, фундаменти, сейсмічні навантаження, метод скінченних елементів,.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

1.1 Вихідні дані

Проектований дитячий садок розрахований на 80 місць та на момент виконання проєктних робіт перебуває на завершальній стадії будівництва. Функціональне призначення закладу визначає підвищені вимоги до організації простору, безпеки, комфортності та відповідності чинним будівельним і санітарно-гігієнічним нормам. У процесі експлуатаційного аналізу об'єкта було встановлено, що первинним проєктом не передбачалося приміщення для проведення масових заходів, таких як святкові події, збори, культурно-освітні заходи з одночасним перебуванням значної кількості людей. У зв'язку з цим метою реконструкції є зведення прибудови з актовим залом, функціонально пов'язаним з існуючою будівлею дитячого садка.

Реконструкція об'єкта здійснюється в межах другого кліматичного району, що визначає специфіку температурно-вологісних умов та безпосередньо впливає на вибір конструктивних і огорожувальних рішень. Тривалість зимового періоду для даного району становить 164 дні, що обумовлює підвищені вимоги до теплозахисту будівлі та енергоефективності огорожувальних конструкцій.

Відповідно до нормативних документів рівень відповідальності будівлі прийнятий II, що свідчить про необхідність забезпечення надійності та безпеки експлуатації з урахуванням постійного перебування дітей і персоналу. Ступінь вогнестійкості будівлі – III, що визначає вимоги до конструктивних елементів, застосовуваних матеріалів та протипожежних заходів.

Район будівництва характеризується сейсмічністю 7 балів із 10% ступенем сейсмічної небезпеки, що вимагає врахування сейсмічних впливів при проєктуванні конструкцій, особливо в частині фундаментів, стін і вузлів сполучення прибудови з існуючою будівлею.

Кліматичні умови району визначаються наступними параметрами: середня температура зовнішнього повітря в опалювальний період становить $-7,2\text{ }^{\circ}\text{C}$;

середньомісячна температура в січні коливається в межах від -14°C до -20°C , а в липні — від $+10^{\circ}\text{C}$ до $+20^{\circ}\text{C}$. Розрахункова температура зовнішнього повітря найхолоднішої п'ятиденки з імовірністю забезпеченості 0,92 дорівнює -28°C , що є базовим показником для теплотехнічних розрахунків.

Розрахункова температура внутрішнього повітря прийнята рівною $+22^{\circ}\text{C}$, а номінальний вологісний режим приміщень становить 55 %, що відповідає нормативним вимогам для дошкільних закладів. Зона вологості будівництва визначена як суха, що позитивно впливає на експлуатаційні умови конструкцій. Район належить до II снігового району з нормативним значенням снігового навантаження $S = 1,2 \text{ кПа}$, а нормативний швидкісний напір вітру становить $W = 0,38 \text{ кПа}$, що враховується при розрахунках покрівлі та огорожувальних конструкцій.

1.2 Рішення генерального плану до і після реконструкції

Основна будівля до реконструкції має неправильну форму розмірами $46,40 \times 21,60 \text{ м}$. Загальна площа земельної ділянки $95 \times 60 \text{ м}$.

На генеральному плані крім будівлі дитячого садка передбачені автомобільна дорога для доставки продуктів та інших необхідних предметів, асфальтовані та ґрунтові доріжки для комфортного пересування людей. Площі озеленення, які включають в себе квітники, газон, різні кущі та види дерев. Чотири дитячі майданчики, призначені для денної прогулянки дітей.

Основними техніко-економічними показниками ділянки до реконструкції є:

- загальна площа будівлі дитячого садка – 1007 м^2 ;
- площа території ділянки – 4300 м^2 ;
- площа асфальтового покриття – 354 м^2 ;
- площа озеленення – 2939 м^2 .

Будівля після реконструкції матиме неправильну форму розмірами $54,6 \times 24,90 \text{ м}$.

Основними техніко-економічними показниками ділянки після реконструкції є:

- загальна площа будівлі дитячого садка – 1115 м²;
- площа території ділянки – 4300 м²;
- площа асфальтового покриття – 354 м²;
- площа озеленення – 2831 м².

1.3 Характеристика об'єкта до реконструкції

1.3.1 Конструктивне рішення будівлі

Будівля запроектована як двоповерхова споруда з підвальним поверхом та складається з двох функціонально та конструктивно відокремлених секцій розмірами 27,40 × 16,80 м та 18,00 × 21,60 м, між якими передбачено влаштування деформаційного шва. Наявність деформаційного шва обумовлена необхідністю компенсації температурних, усадкових та можливих нерівномірних деформацій, що сприяє підвищенню експлуатаційної надійності будівлі та запобігає виникненню тріщин у несучих елементах.

За конструктивною схемою будівля належить до безкаркасного типу та має складну, неправильну в плані конфігурацію, що зумовлено архітектурно-планувальними рішеннями та функціональним призначенням об'єкта. Загальна площа внутрішніх приміщень становить 2014 м², що дозволяє раціонально розмістити всі необхідні приміщення з урахуванням вимог експлуатації та нормативних обмежень.

Несучі зовнішні та внутрішні стіни виконані у вигляді кам'яної кладки з повнотілої цегли з зовнішнім облицюванням лицьовою цеглою. Таке конструктивне рішення забезпечує достатню несучу здатність, довговічність та підвищену стійкість до впливу зовнішніх факторів. Для забезпечення нормативних показників теплозахисту огорожувальних конструкцій у складі стін передбачено шар утеплювача товщиною 150 мм, що відповідає сучасним вимогам

енергоефективності будівель.

Міжповерхові та покрівельні перекриття виконані з монолітного залізобетону товщиною 300 мм, що забезпечує необхідну жорсткість просторової системи будівлі, підвищену звукоізоляцію та вогнестійкість. Фундаменти запроєктовані стрічкового типу з глибиною закладення 2,95 м, що обумовлено інженерно-геологічними умовами майданчика будівництва та необхідністю передачі навантажень на несучі шари ґрунту з дотриманням вимог міцності та стійкості основи.

1.3.2 Об'ємно-планувальне рішення будівлі

Головний вхід до будівлі акцентований просторово розвиненим ганком, який обладнаний пандусом для забезпечення безперешкодного доступу маломобільних груп населення, зокрема осіб з інвалідністю, батьків з дитячими візками та інших користувачів з обмеженою мобільністю. Конструктивні та планувальні рішення вхідної групи спрямовані на підвищення рівня зручності, безпеки та функціональної доступності будівлі. Окрім головного входу, у проєкті передбачено запасний вихід з першого поверху, розташований у тильній частині будівлі, а також додаткові евакуаційні виходи з першого та другого поверхів, які безпосередньо пов'язані з груповими кімнатками, що забезпечує нормативні умови евакуації.

Групові кімнатки розміщені у другій секції будівлі на обох поверхах і являють собою функціонально завершені блоки приміщень, призначені для перебування дітей. До складу кожної групової кімнатки входять роздягальні приміщення, групові кімнати для занять та ігор, спальні приміщення для відпочинку, буфетні, комори для зберігання інвентарю та санітарні вузли. Таке зонування забезпечує чітке функціональне розмежування процесів, підвищує комфорт перебування дітей та сприяє раціональній організації освітнього і виховного процесів.

На першому поверсі будівлі запроєктовано харчоблок, який включає

комплекс спеціалізованих приміщень, необхідних для повного технологічного циклу приготування їжі. До складу кухні входять приміщення холодильних камер, комора для зберігання сухих продуктів і овочів, овочевий цех, м'ясо-рибний цех, мийка кухонного посуду, а також основне кухонне приміщення, призначене для заготівлі та видачі готових страв. Планувальні рішення харчоблоку відповідають санітарно-гігієнічним вимогам та забезпечують розділення «чистих» і «брудних» потоків.

Крім того, на першому поверсі розміщені медичний та процедурний кабінети, що дозволяє здійснювати медичний супровід і профілактичні заходи безпосередньо в межах закладу. Також передбачено пральне приміщення, яке включає кімнату тимчасового зберігання брудної білизни та прасувальну, що забезпечує повний цикл обробки білизни. При вході до будівлі розташовані вестибюль та хол, які виконують функцію просторового розподілу потоків відвідувачів. Для персоналу передбачені кімната відпочинку, кабінет завідувача, санітарний вузол та духова. Вертикальне сполучення між першим і другим поверхами здійснюється за допомогою сходових кліток, розташованих з обох боків основної секції будівлі.

На другому поверсі зосереджені приміщення навчально-розвивального та корекційного призначення. До їх складу входять кабінети для занять з дітьми, спортивний зал та лікувально-фізкультурний кабінет, музична зала, кабінет психолога, сенсорна кімната та методичний кабінет. Для потреб персоналу на другому поверсі запроєктовано кабінет завгоспа, кабінет викладача та санітарний вузол. Окрім цього, передбачено технічне приміщення та три комори: господарську, комору музичного інвентарю та комору чистої білизни, що забезпечує впорядковане зберігання матеріалів і обладнання та підвищує ефективність експлуатації будівлі.

1.4 Характеристика об'єкта після реконструкції

1.4.1 Конструктивне рішення приміщення

Прибудова запроєктована як одноповерхова будівля без підвального поверху, що функціонально та конструктивно інтегрується з основною спорудою. За конструктивною схемою прибудова належить до безкаркасного типу, в якому основну несучу роль відіграють кам'яні стіни. Такий тип конструктивного рішення є доцільним з огляду на порівняно невелику поверховість, просторову компактність об'єкта та експлуатаційні вимоги.

Фундаменти прибудови запроєктовані стовпчастого типу з глибиною закладення 2,95 м, що відповідає інженерно-геологічним умовам будівельного майданчика та забезпечує надійну передачу навантажень від надземних конструкцій на основу. Прийнята глибина закладення фундаментів гарантує їх стійкість до впливу сезонних змін вологості ґрунтів, промерзання та інших зовнішніх факторів.

Несучі зовнішні стіни виконані з цегляної кладки загальною товщиною 380 мм, що забезпечує необхідну несучу здатність та жорсткість конструкції. Для досягнення нормативних показників теплозахисту у складі огорожувальних конструкцій передбачено шар утеплювача товщиною 150 мм, а зовнішнє облицювання виконано з фасадної цегли товщиною 120 мм, що надає будівлі завершеного архітектурного вигляду та підвищує її довговічність. Внутрішні перегородки виконані з цегли товщиною 120 мм, що забезпечує достатню звукоізоляцію між приміщеннями та можливість раціонального планувального зонування.

Висота приміщень прибудови прийнята 3,0 м, що відповідає санітарно-гігієнічним та експлуатаційним вимогам і створює комфортні умови для перебування людей. Переkritтя підлоги та горищне переkritтя виконані із застосуванням чотирьох пустотних залізобетонних плит переkritтя розміром 7,500 × 3,600 м, які забезпечують необхідну міцність, просторову жорсткість і ефективний розподіл навантажень.

Покрівля запроєктована плоскою, з організованим внутрішнім водостоком, що відповідає сучасним вимогам до експлуатаційної надійності будівель та дозволяє ефективно відводити атмосферні опади без порушення зовнішнього вигляду фасадів.

Вхід до прибудови реалізовано шляхом розширення існуючого віконного отвору в основній будівлі з подальшою заміною його на дверний проріз, що забезпечує зручний та логічний зв'язок між приміщеннями. Крім основного входу, передбачено запасний вихід, розташований з тильної сторони прибудови та обладнаний ганком, що відповідає вимогам безпеки та нормативам евакуації.

1.4.2 Об'ємно-планувальне рішення будівлі

У складі прибудованого приміщення передбачено розміщення актового залу та допоміжних приміщень, функціонально пов'язаних між собою та призначених для забезпечення повноцінної експлуатації будівлі. Основним просторовим елементом прибудови є актовий зал загальною площею 90 м², який запроєктовано з урахуванням вимог до проведення масових заходів, зборів, культурно-освітніх та організаційних подій. Планувальні рішення залу забезпечують раціональне розміщення глядацьких місць, можливість трансформації простору залежно від характеру заходів, а також комфортні умови перебування відвідувачів і персоналу.

Для обслуговування актового залу та зберігання необхідного обладнання, меблів і технічного інвентарю передбачено комору для інвентарю площею 18 м². Розміщення комори у безпосередній близькості до залу забезпечує зручність експлуатації, скорочує час підготовки приміщення до заходів та сприяє впорядкованому зберіганню матеріальних цінностей.

Зв'язок між актовим залом і коморою здійснюється через коридор площею 6 м², який виконує функцію комунікаційного простору та забезпечує логічну організацію внутрішніх маршрутів руху. Габарити коридору прийняті з урахуванням нормативних вимог до ширини проходів, що дозволяє

безперешкодне переміщення людей та транспортування інвентарю. Загалом прийняті планувальні рішення створюють функціонально збалансований простір, що відповідає вимогам зручності, безпеки та ефективної експлуатації прибудованого приміщення.

1.5 Теплотехнічний розрахунок стіни

Вихідні дані для виконання теплотехнічних розрахунків огорожувальних конструкцій будівлі прийняті з урахуванням кліматичних особливостей району будівництва, а також нормативних вимог до мікроклімату внутрішніх приміщень. За функціональним призначенням об'єкт належить до громадських будівель, що зумовлює підвищені вимоги до забезпечення комфортних умов перебування людей, стабільності температурно-вологісного режиму та енергоефективності конструктивних рішень.

Розрахункова відносна вологість внутрішнього повітря прийнята на рівні 55 %, що відповідає умовам нормальної експлуатації громадських будівель та забезпечує відсутність утворення конденсату водяної пари на внутрішніх поверхнях зовнішніх огорожувальних конструкцій. Прийняте значення вологості є визначальним параметром при оцінці вологонакопичення в шарах стіни та перевірці їх експлуатаційної надійності.

Розрахункова температура зовнішнього повітря t_{ext} визначена за температурою найбільш холодних п'яти діб з імовірністю забезпеченості 0,92 та становить $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$. Даний параметр використовується для визначення граничних тепловтрат через огорожувальні конструкції та є базовим при розрахунку опору теплопередачі стін.

Тривалість опалювального періоду при середній добовій температурі зовнішнього повітря $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ становить 214 діб, що свідчить про значну протяжність періоду тепlopостачання та підвищує актуальність застосування ефективних теплоізоляційних матеріалів. Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період прийнята рівною $-3,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, що використовується для

розрахунку сезонних теплових втрат.

Зовнішня стіна будівлі є багатошаровою та складається з таких конструктивних елементів: внутрішній несучий шар із силікатної цегли товщиною 380 мм, теплоізоляційний шар з пінополістиролу товщиною 150 мм, а також зовнішній захисно-декоративний шар з облицювальної цегли товщиною 120 мм. Така конструкція стіни забезпечує необхідну несучу здатність, нормативний рівень теплозахисту та довговічність огорожувальних конструкцій в умовах заданого клімату.

Таблиця 1.1 – Теплофізичні характеристики матеріалів

№	Найменування	δ , мм	γ , кг/м ³	λ , Вт/м·°C	$R=\delta/\lambda$, м ² ·°C/Вт
1	Силікатна цегла на цементно-піщаному розчині	380	230	0,96	0
2	Утеплювач	170	250	0,085	0,41
3	Цегла декоративна (бісер) на цементно-піщаному розчині	250	180	0,87	0,11

Нормативне значення наведеного опору теплопередачі слід приймати не менше нормованих значень, що визначаються залежно від градусо-днів району будівництва:

$$R_{req} = a \cdot D_d + b = 0.0003 \cdot 4943.4 + 1.2 = 4.680 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт},$$

де: D_d - градусо-доба опалювального періоду, а a і b - коефіцієнти, що приймаються за таблицею 4 [5] для стін громадської будівлі.

Визначення норми теплового захисту за умовою санітарії. Визначення нормативного (максимально допустимого) опору теплопередачі за умовою санітарії:

$$R_{rag} = \frac{n(t_{int} - t_{ext})}{\Delta t \cdot \alpha_{int}} = \frac{1(20 + 28)}{4 \cdot 8.7} = 1,379 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

Розрахунок нормального опору теплопередачі за умовою санітарії, де:

$n = 1$ - коефіцієнт, прийнятий за таблицею 6 [5] для зовнішньої стіни;

$t_{int} = 20^\circ\text{C}$ - значення з вихідних даних;

$t_{\text{ext}} = -28^{\circ}\text{C}$ — значення з вихідних даних; $\Delta t_n = 4^{\circ}\text{C}$ — нормований температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, приймається за таблицею 5 [5];

$d_{\text{int}} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$ — коефіцієнт теплопередачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, приймається за таблицею 7 [5] для зовнішніх стін.

Норма теплового захисту:

З наведених вище обчислень за необхідний опір теплопередачі вибираємо R_{req} з умови енергозбереження.

1.6 Внутрішнє та зовнішнє оздоблення приміщень

У межах проєктних рішень для приміщень прибудованої будівлі передбачено виконання комплексу внутрішніх оздоблювальних робіт, спрямованих на забезпечення належного санітарно-гігієнічного стану, довговічності поверхонь та відповідності вимогам експлуатації громадських будівель. Основним видом оздоблення внутрішніх поверхонь прийнято штукатурення вапняним розчином з подальшим фарбуванням водоемульсійними фарбами, що є раціональним рішенням з точки зору екологічної безпеки, паропроникності та простоти подальшого догляду.

Застосування вапняних розчинів для оштукатурювання стель та стін обумовлене їх високими антисептичними властивостями, здатністю регулювати вологісний режим приміщень та забезпечувати сприятливий мікроклімат. Таке оздоблення особливо доцільне для приміщень з постійним або періодичним перебуванням людей, оскільки воно не створює шкідливих випаровувань і відповідає сучасним санітарним нормам.

Відомість оздоблення приміщень прибудови наведена у таблиці 1.2, де систематизовано дані щодо площ стель і стін, а також визначено види оздоблення для кожного приміщення. Для приміщення № 1 площа стелі становить $85,23 \text{ м}^2$, а площа стін — $101,52 \text{ м}^2$. Стеля цього приміщення підлягає оштукатурюванню

вапняним розчином, а стіни — оштукатурюванню вапняним розчином марки М200, що забезпечує необхідну міцність та зносостійкість поверхонь.

У приміщенні № 2 площа стелі прийнята 8,6 м², а площа стін — 33 м². Для даного приміщення також передбачено штукатурення стель вапняним розчином і обробку стін вапняним розчином М200, що забезпечує єдність оздоблювальних рішень у межах прибудови. Аналогічні види оздоблення застосовано і для приміщення № 3, де площа стелі становить 6,15 м², а площа стін — 21 м².

Прийняті оздоблювальні рішення забезпечують однорідність інтер'єрів, спрощують виконання ремонтно-відновлювальних робіт у процесі експлуатації та сприяють зниженню експлуатаційних витрат. Крім того, використання стандартних та технологічно відпрацьованих матеріалів дозволяє оптимізувати строки виконання будівельно-оздоблювальних робіт та забезпечити їх належну якість відповідно до проектної документації.

1.7 Висновки до розділу 1

У першому розділі кваліфікаційної роботи виконано архітектурно-будівельне обґрунтування реконструкції будівлі дитячого садка з улаштуванням прибудови актового залу. На основі аналізу вихідних даних встановлено, що існуюча будівля має достатній просторовий і конструктивний потенціал для подальшої експлуатації за умови реалізації раціональних архітектурних і конструктивних рішень.

У роботі проаналізовано природно-кліматичні умови району будівництва, що дозволило врахувати вплив снігових, вітрових і температурних навантажень при проєктуванні огорожувальних конструкцій та покрівлі прибудови. Рішення генерального плану після реконструкції забезпечують зручну організацію підходів і під'їздів, логічне зонування території та безпечні умови пересування дітей і персоналу закладу.

Об'ємно-планувальні рішення прибудови актового залу сформовані з урахуванням функціонального призначення приміщення та специфіки закладів

дошкільної освіти. Забезпечено нормативні площі, висоти приміщень, природне освітлення та зручні зв'язки з існуючою будівлею. Особливу увагу приділено дотриманню вимог пожежної безпеки та евакуації, що є визначальним для будівель із масовим перебуванням дітей.

Таким чином, архітектурно-будівельні рішення, прийняті у першому розділі, є функціонально доцільними, технічно обґрунтованими та повністю відповідають вимогам чинних нормативних документів.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ

2.1 Вихідні дані для проєкту

Відповідно до виданого проєктного завдання передбачається виконання проєктування фундаментів під об'єкт прибудови до будівлі дитячого садка, з урахуванням його конструктивних, планувальних та експлуатаційних особливостей. Прибудова запроєктована як будівля безкаркасного типу, у якій основні навантаження сприймаються несучими кам'яними стінами, що є раціональним рішенням для одноповерхових об'єктів громадського призначення.

У плані прибудова має прямокутну форму з габаритними розмірами в осях $14,4 \times 7,5$ м, що забезпечує компактність забудови та зручність функціонального зонування внутрішніх приміщень. Загальна висота прибудови становить 3,95 м, при цьому будівля не передбачає наявності підвального або цокольного поверху, що істотно спрощує конструктивні рішення фундаментної частини та знижує обсяг земляних робіт.

Несучі зовнішні стіни прибудови мають загальну товщину 650 мм і виконані з цегляної кладки. Таке конструктивне рішення забезпечує необхідну несучу здатність, просторову жорсткість та довговічність будівлі, а також створює сприятливі умови для сприйняття вертикальних навантажень від перекриттів і покрівлі з подальшою передачею їх на фундаменти.

Внутрішні самонесучі перегородки виконані з цегли товщиною 120 мм та призначені для функціонального поділу внутрішнього простору будівлі. Висота поверху прийнята рівною 3,0 м, що відповідає нормативним вимогам до громадських будівель дошкільного призначення та забезпечує належні санітарно-гігієнічні та експлуатаційні умови.

Усі зазначені вихідні дані є базовими параметрами для подальшого інженерного розрахунку фундаментів, визначення навантажень на основу та вибору оптимального типу фундаментних конструкцій з урахуванням інженерно-геологічних умов майданчика будівництва.

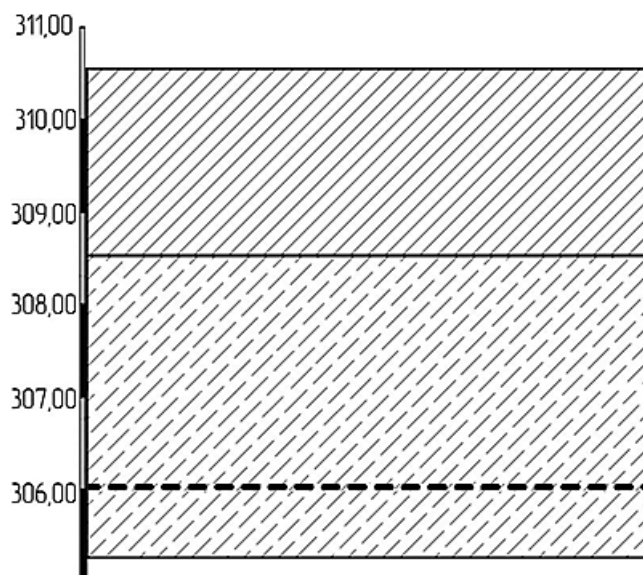


Рисунок 2.1 – Інженерно-геологічний розріз

У межах геолого-літологічної будови району досліджень до глибини інженерного вивчення беруть участь алювіальні відкладення, представлені переважно ґрунтами глинистого та піщано-глинистого складу. Зазначені відклади сформовані в результаті тривалих акумулятивних процесів та характеризуються пошаровою будовою, що має суттєве значення для оцінки несучої здатності основ та вибору типу фундаментів.

У верхній частині розрізу, до глибини 2,0 м, залягає дрібнозернистий пухкий супісок, який характеризується порівняно невисокою щільністю, підвищеною стисливістю та обмеженою несучою здатністю. Даний шар є найбільш чутливим до впливу зволоження та навантажень і потребує особливої уваги при проєктуванні фундаментних конструкцій.

Нижче, до глибини 4,5 м, залягає глинистий ґрунт – суглинок, який має кращі міцнісні характеристики порівняно з верхнім шаром та здатний ефективніше сприймати навантаження від будівельних конструкцій. Цей ґрунт характеризується середньою пластичністю та відносно стабільними деформаційними властивостями.

Нижче позначки 4,5 м залягає вологий суглинок, що свідчить про вплив

підземних вод на інженерно-геологічні умови майданчика. Рівень підземних вод зафіксований на глибині 4,5 м, що необхідно враховувати при визначенні глибини закладання фундаментів, оцінці водонасичення ґрунтів та можливого впливу гідрогеологічних факторів на експлуатаційну надійність споруди.

Таблиця 2.1 – Ґрунтові умови

Найменування ґрунту	Потужність шару, м	Характеристики ґрунту			
		W	WL	WP	ρ т/м ³
Ґрунтовий рослинний шар	0,15				
Супіщаний	2	0,1	0,2	0,22	1,91
Суглинок	2,5	0,24	0,32	0,23	1,89
Суглинок вологий	4	0,28	0,32	0,23	1,89

Середнє значення щільності частинок ρ_s визначається за таблицею 9[12]
супісок – 2,7 т/м³

2.2 Визначення вихідних і класифікаційних характеристик ґрунту

Визначення вихідних і класифікаційних характеристик ґрунту за таблицею 8 [13]

1) супіщаний ґрунт.

Визначення щільності супіщаного ґрунту ρ_d :

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + w} = \frac{1,91}{1 + 0,13} = 1,69$$

ρ - щільність ґрунту, w - природна вологість.

Визначення пористості n :

$$n = 1 - \frac{\rho_d}{\rho_s} = 1 - \frac{1,69}{2,7} = 0,37$$

Визначення коефіцієнта пористості:

$$e = \frac{n}{1 - n} = \frac{0,37}{1 - 0,37} = 0,58$$

Визначення розрахункового опору R_0 [12] при показнику плинності I_L

$$I_L = \frac{w - w_p}{w_l - w_p} = \frac{0,13 - 0,22}{0,29 - 0,22} = -1,2$$

Оскільки $I_L \leq 0$, то $R_0 = 300$ кПа. За таблицею 27 і 28 [12] визначаємо характеристику ґрунтів при коефіцієнті пористості $e = 0,58$ і $I_L \leq 0$ c_n - нормативне значення питомого зчеплення, $c_n = 14$ кПа ϕ_n = кут внутрішнього тертя, $\phi_n = 25$ град E = модуль деформації, $E = 21$ МПа.

2) суглинок.

Визначення щільності супіску ρ_d :

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + w} = \frac{1,89}{1 + 0,24} = 1,52$$

ρ - щільність ґрунту, w - природна вологість.

Визначення пористості n :

$$n = 1 - \frac{\rho_d}{\rho_s} = 1 - \frac{1,52}{2,71} = 0,43$$

Визначення коефіцієнта пористості:

$$e = \frac{n}{1 - n} = \frac{0,43}{1 - 0,43} = 0,75$$

Визначення розрахункового опору R_0 за таблицею 47 [12] при показнику плинності I_L

$$I_L = \frac{w - w_p}{w_l - w_p} = \frac{0,24 - 0,23}{0,32 - 0,23} = 0,1$$

Оскільки $I_L = 1$, то $R_0 = 250$ кПа. За таблицею 27 і 28 [12] визначаємо характеристику ґрунтів при коефіцієнті пористості $e = 0,75$ $I_L = 1$ c_n - нормативне значення питомого зчеплення, $c_n = 25$ кПа

ϕ_n = кут внутрішнього тертя, $\phi_n = 23$ град E = модуль деформації, $E = 17$ МПа

3) суглинок вологий.

Визначення щільності суглиноку вологого ρ_d :

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + w} = \frac{1,89}{1 + 0,28} = 1,47$$

ρ - щільність ґрунту, w - природна вологість.

Визначення пористості n :

$$n = 1 - \frac{\rho_d}{\rho_s} = 1 - \frac{1,47}{2,71} = 0,45$$

Визначення коефіцієнта пористості:

$$e = \frac{n}{1 - n} = \frac{0,45}{1 - 0,45} = 0,81$$

Визначення розрахункового опору R_0 за таблицею 47 [12] при показнику плинності I_L

$$I_L = \frac{w - w_p}{w_l - w_p} = \frac{0,28 - 0,23}{0,32 - 0,23} = 0,5$$

Оскільки $I_L = 0,5$, то $R_0 = 250$ кПа. За таблицею 27 і 28 [12] визначаємо характеристику ґрунтів при коефіцієнті пористості $e = 0,81$ і $I_L = 0,5$ c_n - нормативне значення питомого зчеплення, $c_n = 20$ кПа ϕ_n = кут внутрішнього тертя, $\phi_n = 20$ град E = модуль деформації, $E = 12$ МПа.

У межах інженерно-геологічних досліджень майданчика будівництва виділено декілька інженерно-геологічних елементів (ІГЕ), які відрізняються за генезисом, фізико-механічними властивостями, умовами залягання та впливом на проєктні рішення фундаментів. Класифікація ґрунтів виконана відповідно до чинних нормативних документів з інженерної геології та основ і фундаментів.

ІГЕ-1 представлений техногенними утвореннями (гумусовий шар), які складаються з природно переміщених ґрунтів типу супісків із домішками незначної кількості гравію та будівельного сміття. Дані ґрунти мають порушену природну структуру, неоднорідний склад і відносяться до специфічних ґрунтів, що обмежує їх використання як надійної основи для фундаментів. Наявність будівельних включень та органічних домішок зумовлює знижену несучу здатність і підвищену стисливість цього шару, у зв'язку з чим він, як правило, не розглядається як розрахунковий.

ІГЕ-2 представлений супіском пластичної та текучої консистенції коричневого кольору, який має практично повсюдне поширення в межах

досліджуваної території. Ґрунт залягає у вигляді шару потужністю до 2,0 м та розташований вище рівня ґрунтових вод. Характерною особливістю даного супіску є стабільність його консистенції: навіть при повному водонасиченні фізичний стан ґрунту істотно не змінюється, він зберігає пластичні та текучі властивості. Це необхідно враховувати при оцінці деформаційних характеристик основи.

ПЕ-3 (сухий) представлений суглинком коричневого кольору, який у природному стані характеризується пластичною та текучою консистенцією. Потужність даного шару становить приблизно 1,5 м, і він залягає вище рівня підземних вод. Цей ґрунт має кращі міцнісні характеристики порівняно з супіском, проте його стан може змінюватися під впливом додаткового зволоження.

ПЕ-3 (вологий) представлений суглинком пластичної та текучої консистенції, який залягає як вище, так і нижче рівня підземних вод, із загальною потужністю шару близько 2,0 м. Як і в попередніх випадках, при повному водонасиченні істотної зміни консистенції не відбувається, що свідчить про стабільність структурних властивостей ґрунту.

Рівень підземних вод зафіксований на глибині 4,5 м від поверхні сучасного рельєфу, що відповідає абсолютній відмітці 306,00 м. Даний показник має суттєве значення при визначенні глибини закладання фундаментів, оцінці умов зволоження ґрунтів та прогнозуванні експлуатаційної надійності проєктованих конструкцій.

2.3 Розрахунок і проектування стовпчастого фундаменту

Глибина закладення фундаменту прийнята рівною 2,95 м, що відповідає інженерно-геологічним умовам майданчика будівництва та вимогам забезпечення стійкості основи. Нормативне навантаження від вищерозташованих конструкцій, приведене до рівня верху фундаменту, становить 73,65 т і включає власну вагу конструктивних елементів, а також дію постійних і тимчасових навантажень. На

підставі зазначених вихідних даних та з урахуванням розрахункових характеристик ґрунтів основи виконується попереднє призначення площі підосви фундаменту, що є необхідним етапом для подальшого уточненого розрахунку фундаментної конструкції та перевірки її несучої здатності.

Призначаємо попередню площу підосви фундаменту:

$$A = \frac{F_v}{R_0 - \gamma \cdot d} \quad (2.1)$$

де F_v - розрахункове навантаження, що передається на фундамент, т/м²;

R_0 - умовний розрахунковий опір ґрунту під підосвою фундаменту (під підосвою фундаменту знаходиться гальковий ґрунт, для якого $R_0 = 25$ т/м² [12];

γ - усереднена питома вага матеріалу фундаменту і ґрунту на його обрізах (кг/м³);

d - глибина закладення підосви фундаменту від рівня планування, М.

$$A = \frac{73,65}{30 - 2 \cdot 2,95} = 3,05 \text{ м}^2$$

Обчислюємо підосву фундаменту b :

$$b = \sqrt{A} = \sqrt{3,05} = 1,75 \text{ м.}$$

Розрахунковий опір ґрунту основи обчислюється за [13];

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} [M_y k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma_{II} + (M_q - 1) d_b \gamma_{II} + M_c c_{II}]$$

k - коефіцієнт, що приймається рівним одиниці, якщо характеристики міцності ґрунту визначені безпосередніми випробуваннями, і $k = 1,1$, якщо вони прийняті за табличними значеннями γ_{c1}, γ_{c2} - коефіцієнти умов роботи, що приймаються за таблицею [13];

$\gamma_{c1} = 1,1, \gamma_{c2} = 1,2 M_\gamma, M_q, M_c$, - коефіцієнти, що приймаються за таблицею 5.5 [13];

$M_\gamma = 0,69, M_q = 3,65, M_c = 6,24, k_z$ - коефіцієнт, що приймається рівним одиниці при $b < 1,0\text{м}; k_z = 1$ при $b > 1,0\text{м}; k_z = \frac{z_0}{h} + 0,2$ b - ширина підосви

фундаменту, приймаємо ширину фундаменту.

γ_{II} - усереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунтів, що залягають нижче підшви фундаменту (за наявності підземних вод визначається з урахуванням зважувальної дії води), кН/м^3 ;

γ'_{II} - те саме, для ґрунтів, що залягають вище підшви фундаменту, $\frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$

c_{II} - розрахункове значення питомого зчеплення ґрунту, що залягає безпосередньо під підшвою фундаменту, кПа

d_b - глибина підвалу, відстань від рівня планування до підлоги підвалу, м (для споруд з підвалом глибиною понад 2 м приймають рівним 2 м).

d_1 - глибина закладення фундаменту, м,

$$R = \frac{1,1 * 1,2}{1,1} [0,69 * 1 * 3,05 * 1,89 + 3,65 * 2,95 * 1,89 + 6,24 * 1,4] = 39,68 \frac{\text{т}}{\text{м}^2}$$

Визначаємо тиск на ґрунт основи від ваги фундаменту N_f^n і від ваги ґрунту N_{gp}^n : $N_f^n = \gamma_b(bh_1l + b_1 h_2l)$; $N_{gp}^n = \gamma_{II}(b - b_1)h_2l$. $N_f^n = 1,89(1,75 * 0,3 * 1,75 + 0,4 * 0,4 * 2,65) = 1,55$ т. $N_{gp}^n = 1,89(1,75 - 0,4)2,15 * 1 = 5,49$ т

Визначаємо середній тиск по підшві фундаменту від нормативних навантажень і

робимо перевірку: $P = \frac{N^n + N_f^n + N_{gp}^n}{A_f} (\text{МПа}) \leq R(\text{МПа})$

$$P = \frac{73,65 + 1,55 + 5,49}{3,05} = 26,45 \text{ т/м}^2 \leq 39,68 \text{ т/м}^2$$

Умова виконується.

Проведемо розрахунок деформацій основи фундаменту. Необхідно виконати розрахунок абсолютної осідання фундаменту S .

Розрахунок зводиться до задоволення основної умови $S \leq S_U$ [12],

де S - осідання основи фундаменту (спільна деформація основи і споруди);

S_U - граничне значення осідання основи фундаменту (спільна деформація основи і споруди), що встановлюється [12].

Розрахунок осідання основи фундаменту виконується із застосуванням методу пошарового підсумовування, який широко використовується в інженерно-геотехнічних розрахунках для оцінки деформацій ґрунтової основи. Даний метод

базується на поетапному аналізі роботи ґрунтів у межах стискаємої товщі під дією додаткових навантажень від споруди.

Сутність методу полягає у тому, що ґрунтова основа умовно розбивається на окремі елементарні шари з певною розрахунковою товщиною. Для кожного з таких шарів у межах стискаємої зони визначаються додаткові вертикальні напруження, що виникають у результаті прикладання навантаження від фундаменту.

На основі деформаційних характеристик ґрунтів обчислюється осідання кожного окремого шару.

Після визначення величин осідань усіх елементарних шарів виконується їх алгебраїчне підсумовування, у результаті чого отримується загальне осідання основи фундаменту. Такий підхід дозволяє врахувати неоднорідність ґрунтового масиву та отримати більш точну оцінку деформацій.

Порядок розрахунку:

Для побудови епюр σ_{zg} і σ_{zp} ґрунт на розрізі будівельного майданчика, розташований нижче підосви фундаменту, розбивається на елементарні шари висотою h_i , так, щоб виконувалася умова: h_i - товщина елементарного шару, приймається з умови $h_i \leq 0,4 \cdot b$, при $b = 1,75 \text{ м} \Rightarrow h_i = 0,7 \text{ м}$.

Визначаємо вертикальні напруження від власної ваги ґрунту σ_{zgi} на межі i -го шару, що залягає на глибині z_i за формулою 5 [12]:

$$\sigma_{zg} = \sum \gamma_i \cdot h_i + \sigma_{zgo} \quad (2.2)$$

де γ_i — питома вага ґрунту, $1,91 \text{ т/м}^3$; h_i — висота шару нижче підосви фундаменту, м.

$$\sigma_{zg0} = 1,91 \cdot 2,95 = 5,63 \text{ т/м}^2$$

$$\sigma_{zg1} = 1,91 \cdot 3,65 = 6,97 \text{ т/м}^2$$

$$\sigma_{zg2} = 1,91 \cdot 4,35 = 8,31 \text{ т/м}^2$$

$$\sigma_{zg3} = 1,91 \cdot 5,05 = 9,65 \text{ т/м}^2$$

$$\sigma_{zg4} = 1,91 \cdot 5,75 = 10,98 \text{ т/м}^2.$$

$$\sigma_{zg5} = 1,91 \cdot 6,45 = 12,32 \text{ т/м}^2.$$

$$\sigma_{zg6} = 1,91 \cdot 7,15 = 13,66 \text{ т/м}^2.$$

$$\sigma_{zg7} = 1,91 \cdot 7,85 = 14,99 \text{ т/м}^2.$$

Знаходимо додаткові вертикальні напруження від зовнішнього навантаження на глибині z_i під подошвою фундаменту (по вертикалі, що проходить через центр подошви фундаменту) за формулою 6 [12]:

$$\sigma_{zpi} = \alpha_i \cdot \sigma_0 \quad (2.3)$$

де $\sigma_0 = \sigma - \sigma_{zgo} = 26,45 - 5,63 = 20,82 \text{ т/м}^2$ — вертикальне напруження від власної ваги ґрунту на позначці подошви фундаменту, т/м^2 ;

α_i -коефіцієнт, що визначається за табл. 5.8 [12] залежно від $s_1 = 0,8 \cdot \frac{18,27 \cdot 0,7 + 11,93 \cdot 0,7 + 6,29 \cdot 0,7 + 3,58 \cdot 0,7 + 2,26 \cdot 0,7 + 1,55 \cdot 0,7 + 1,12 \cdot 0,7}{210} = 0,068 \text{ м} = 6,8 \text{ см}$.

Знаходимо значення гранично допустимого осідання для даної будівлі: $S_U = 10 \text{ см}$.

Таким чином, основна умова розрахунку основи фундаменту за деформаціями задоволена: $S = 6,8 \text{ см} < S_u = 10 \text{ см}$.

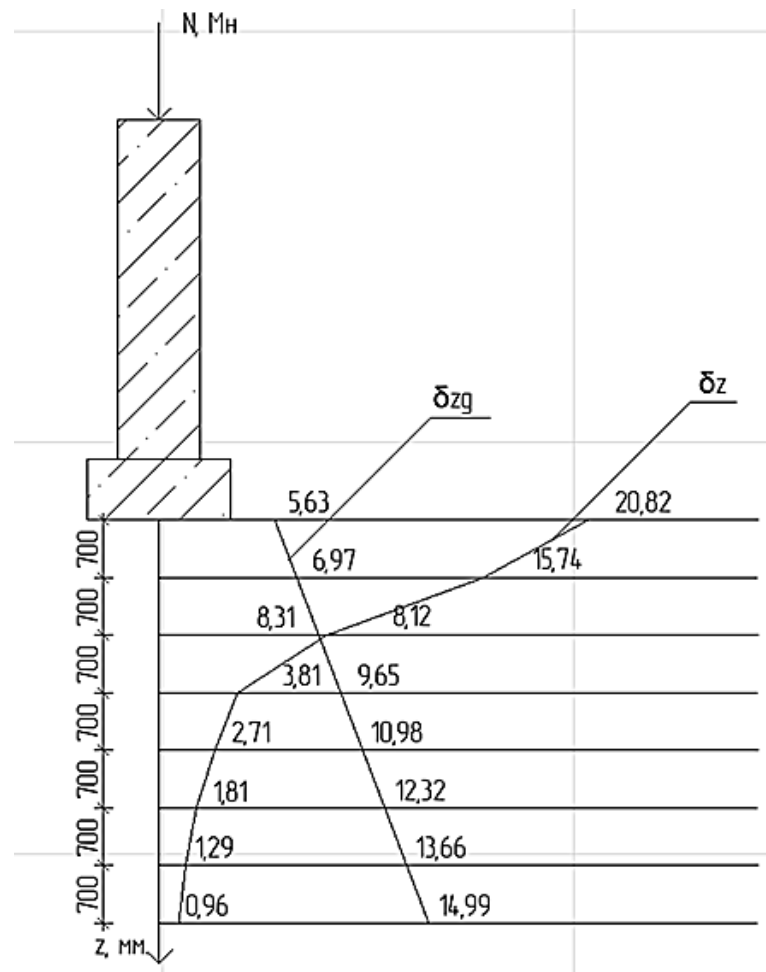


Рисунок 2.2 – Схема осідання основи

2.3.1 Підбір арматури

Таблиця 2.3 – Підбір арматури

Бетон	Арматура		Відстань до ц.в. арматури			
			a ₁	a ₂	a ₃	a ₄
	Поздовж	Попер.	мм	мм	мм	мм
В30	A400	A400	30	30	30	30

Товщина елемента 0,105 м

Крок поперечної арматури пластин (з площини) 125 мм

Таблиця 2.4 – Підбір арматури

Арматура			Уздовж Х		Уздовж Y	
			S ₁	%	S ₃	%
Діаметр		мм	8		7	
Крок		мм	300		200	
Площа			см ² /м		см ² /м	
	розрахункова		1,62	0,216	1,91	0,254
	за сортаментом		1,68	0,224	1,92	0,257

2.4 Висновок до розділу 2

У другому розділі кваліфікаційної роботи виконано розрахунково-конструктивне обґрунтування несучих елементів прибудови актового залу та їх взаємодії з існуючою будівлею дитячого садка. Основну увагу приділено аналізу інженерно-геологічних умов майданчика та вибору раціонального типу фундаментів.

На підставі даних інженерно-геологічних вишукувань визначено склад ґрунтів, їх фізико-механічні характеристики та умови залягання, що дало змогу коректно сформулювати розрахункову схему основи. Прийняте рішення щодо застосування стовпчастих фундаментів є обґрунтованим з точки зору несучої здатності, економічності та умов виконання робіт.

У розділі виконано розрахунок фундаментів за першою та другою групами граничних станів. Результати розрахунків показали, що тиски під подошвою фундаментів не перевищують розрахункового опору ґрунту, а величини осідань знаходяться в межах допустимих значень. Це підтверджує надійність і стійкість прийнятих конструктивних рішень.

Загалом розрахунково-конструктивні рішення забезпечують безпечну та довговічну експлуатацію прибудови актового залу і відповідають чинним будівельним нормам.

РОЗДІЛ 3

НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ

3.1 Загальні положення розрахунків

В основу числового аналізу напружено-деформованого стану конструкції покладено метод скінченних елементів (МСЕ), який на сьогодні є одним із найбільш ефективних та універсальних інструментів розрахунку будівельних і інженерних споруд складної геометрії. Метод скінченних елементів дозволяє досліджувати поведінку конструкцій за різних видів навантажень з урахуванням геометричних, фізичних та граничних умов, а також забезпечує можливість моделювання просторових систем з високим ступенем деталізації.

У межах МСЕ як основні невідомі приймаються переміщення та кути повороту вузлів розрахункової схеми, що відповідає формулюванню методу переміщень у будівельній механіці. Такий підхід забезпечує безпосередній зв'язок між вузовими переміщеннями, деформаціями елементів і внутрішніми зусиллями, що виникають у конструкції під дією навантажень. У зв'язку з цим реальна конструкція підлягає попередній ідеалізації, адаптованій до використання методу скінченних елементів.

Ідеалізація конструкції полягає в представленні її у вигляді сукупності тіл стандартного типу, таких як стрижні, пластини, оболонки або комбіновані елементи. Ці тіла називаються скінченними елементами і з'єднуються між собою у вузлах, утворюючи розрахункову модель. Кожен скінченний елемент займає обмежену ділянку конструкції та має кінцеву кількість ступенів вільності, що дозволяє звести нескінченновимірну задачу механіки суцільного середовища до системи алгебраїчних рівнянь.

Тип скінченного елемента визначається сукупністю характеристик, до яких належать геометрична форма елемента, правила інтерполяції (функції форми), що описують залежність між переміщеннями всередині елемента та переміщеннями його вузлів, а також фізичний закон деформування матеріалу, який встановлює зв'язок між напруженнями і деформаціями. Крім того, в описі кожного елемента

використовується набір жорсткісних параметрів, які залежать від механічних властивостей матеріалу (модуль пружності, коефіцієнт Пуассона тощо) та геометричних характеристик перерізу.

Вузли розрахункової схеми в методі переміщень розглядаються як абсолютно жорсткі тіла нескінченно малих розмірів, у яких зосереджені зв'язки між суміжними скінченними елементами. Просторове положення вузла при деформаціях системи визначається координатами його центра та кутами повороту трьох осей, жорстко пов'язаних із вузлом. У загальному випадку кожен вузол має шість ступенів вільності, що відповідають трьом лінійним переміщенням і трьом кутовим поворотам.

Для просторових конструкцій у вузлі можуть бути присутні такі переміщення:

- лінійне переміщення вздовж осі X ;
- лінійне переміщення вздовж осі Y ;
- лінійне переміщення вздовж осі Z ;
- кут повороту навколо осі X ;
- кут повороту навколо осі Y ;
- кут повороту навколо осі Z .

Надалі відповідні величини позначаються як X , Y , Z для лінійних переміщень і UX , UY , UZ для кутів повороту. Прийнята система нумерації ступенів вільності використовується в подальших розрахунках без додаткових застережень. Усі вузли та скінченні елементи підлягають нумерації, при цьому присвоєні номери слугують виключно для ідентифікації об'єктів у процесі формування та розв'язання системи рівнянь.

Основна система методу переміщень формується шляхом умовного накладення в кожному вузлі всіх можливих зв'язків, що унеможливають будь-які переміщення та повороти. Реальна робота конструкції відтворюється шляхом поетапного зняття цих зв'язків. Умови рівності нулю зусиль у накладених зв'язках відповідають рівнянням рівноваги, а переміщення, які виникають при знятті зв'язків, є основними невідомими методу. У результаті формується система

лінійних алгебраїчних рівнянь, коефіцієнти якої визначаються жорсткісними характеристиками елементів і умовами закріплення.

Відповідно до основних положень методу скінченних елементів, реальне поле переміщень усередині елемента апроксимується за допомогою спрощених аналітичних залежностей, які точно відтворюють переміщення у вузлах, але лише наближено описують поведінку всередині елемента. За винятком стрижневих елементів, деформаційний стан у середині елемента визначається через інтерполяційні функції, що призводить до появи похибки у визначенні напружень і деформацій.

Величина цієї похибки має порядок

$$(h/L)^k, \quad (3.1)$$

де h — максимальний крок розрахункової сітки, L — характерний розмір області, а показник k визначає швидкість збіжності числового розв'язку. Значення показника k залежить від типу скінченного елемента та порядку використаних функцій форми і має різні значення для переміщень та окремих компонент внутрішніх зусиль і напружень. Зменшення кроку сітки або застосування елементів вищого порядку дозволяє підвищити точність результатів, проте призводить до зростання обчислювальних витрат.

Таким чином, метод скінченних елементів забезпечує ефективний інструментарій для аналізу складних конструкцій, дозволяючи отримувати достовірні результати за умови коректного вибору типів елементів, параметрів розрахункової сітки та адекватної постановки граничних і навантажувальних умов.

3.1.1 Призначення характеристик бетону та арматури

Для виконання розрахунків несучих конструкцій у якості основного матеріалу прийнято важкий бетон класу В30, що відповідає вимогам чинних

нормативних документів до бетонів, застосовуваних у громадських будівлях із підвищеним рівнем відповідальності. Використання бетону даного класу забезпечує необхідний запас міцності, жорсткості та довговічності конструкцій в умовах тривалої експлуатації та дії постійних і тимчасових навантажень.

Розрахунковий опір бетону осьовому стиску для розрахунків за першою групою граничних станів прийнято рівним $R_b = 14,5$ МПа, що відповідає призмовій міцності бетону класу В30 та використовується при перевірці несучої здатності елементів на міцність. Розрахунковий опір бетону осьовому розтягуванню для тієї ж групи граничних станів становить $R_{bt} = 1,05$ МПа. Зазначені характеристики застосовуються при визначенні напруженого стану конструкцій, оцінці тріщиностійкості та формуванні армування згідно з нормативними вимогами [8].

Розрахункова модель конструкції сформована на основі методу скінченних елементів і містить повний набір даних, що включає координати всіх вузлів, геометричні та фізико-механічні характеристики скінченних елементів, а також умови їх примикання до вузлів. Усі ці параметри визначають просторову роботу системи та забезпечують адекватність числового моделювання реальній роботі будівлі.

Граничні умови

Можливі переміщення вузлів скінченно-елементної розрахункової схеми обмежуються системою зовнішніх кінематичних зв'язків, які задаються відповідно до реальних умов закріплення конструкції. Наявність та характер цих зв'язків визначені у документі «Зв'язки», де зазначено обмеження переміщень за відповідними напрямками.

Окрім безпосереднього задання зв'язків, у розрахунковій схемі використовується механізм об'єднання переміщень вузлів, за якого всі або окремі ступені вільності групи вузлів приймаються рівними між собою. Такий підхід дозволяє моделювати жорсткі ділянки конструкції, спільну роботу елементів або специфічні умови закріплення без надмірного ускладнення геометричної моделі.

Умови примикання елементів до вузлів

Примикання скінченних елементів до вузлів у розрахунковій схемі прийнято таким чином, що кінцеві перерізи елементів мають однакові переміщення з відповідними вузлами. Це означає, що деформації передаються між елементами без розривів, забезпечуючи сумісність переміщень і цілісність конструктивної системи.

Виняток становлять стрижневі елементи, для яких у разі необхідності можуть бути передбачені шарнірні з'єднання або повзуни. Такі елементи дозволяють реалізувати кутові та/або лінійні переміщення між кінцевими перерізами елементів і вузлами розрахункової схеми, що дає змогу адекватно моделювати реальні конструктивні вузли, де можливі часткові або повні розвантаження моментів.

Характеристики використаних типів скінченних елементів

У розрахункову модель включено декілька типів скінченних елементів, вибір яких обумовлений геометрією конструкції та характером її роботи під навантаженням.

До стрижневих скінченних елементів віднесено елементи, робота яких описується на основі класичних положень опору матеріалів. Напружений стан таких елементів визначається у місцевій системі координат, де вісь X_x спрямована вздовж поздовжньої осі стрижня, а осі Y_x і Z_x співпадають з головними осями інерції поперечного перерізу.

У межах розглянутої розрахункової схеми використано стрижневі елементи типу 5, які працюють за просторовою схемою та сприймають поздовжню силу N , згинальні моменти M_y і M_z , поперечні сили Q_y і Q_z , а також крутний момент M_k . Такий тип елементів дозволяє комплексно врахувати всі можливі силові фактори, що діють у просторових конструкціях.

Окрім стрижневих елементів, у моделі широко застосовані скінченні елементи оболонки, геометрична форма яких на малій ділянці може вважатися плоскою. Сукупність таких елементів утворює багатогранник, вписаний у реальну криволінійну поверхню оболонки. Відповідно до положень методу скінченних елементів, реальне поле переміщень усередині оболонкового елемента

апроксимується спрощеними аналітичними залежностями.

Напружений стан оболонкових елементів описується у місцевій системі координат, де осі $X1$ та $Y1$ розташовані в площині елемента, причому вісь $X1$ спрямована від першого вузла до другого, а вісь $Z1$ є ортогональною до серединної поверхні елемента.

Для моделювання стін і фундаментної плити застосовано чотирикутний оболонковий скінченний елемент типу 44, який має чотири вузлові точки та не є спільним. Поле нормальних переміщень усередині такого елемента описується поліномом третього ступеня, а поле тангенціальних переміщень — неповним поліномом другого ступеня. Елемент може бути орієнтований у просторі довільним чином, що робить його універсальним для моделювання складних просторових конструкцій.

Опис навантажень та розрахункової схеми.

Динамічний розрахунок системи виконано із застосуванням розкладу за формами власних коливань, що дозволяє врахувати інерційні властивості конструкції та оцінити її динамічну поведінку. Отримані власні форми та частоти коливань використовуються для подальшого визначення внутрішніх зусиль та виконання перевірочних розрахунків елементів. Для визначення внутрішніх зусиль і виконання подальших конструкторських перевірок прийнято просторову розрахункову схему будівлі, яка включає фундаментну плиту, фундаментні башмаки, колони, ригелі, плити покриття та зовнішні стіни. Такий підхід забезпечує комплексний облік взаємодії всіх основних конструктивних елементів.

На початковому етапі в програмі-сателіті була створена геометрична модель будівлі, яка згодом імпортувалася до програмного комплексу SCAD++ з одночасною автоматичною генерацією сітки скінченних елементів. Фундаментна плита та стіни моделювалися площинними скінченними елементами, що дозволило адекватно відтворити їх роботу на згин і мембранні зусилля. Покриття у даній розрахунковій моделі не моделювалося, що відповідає прийнятій постановці задачі та не впливає на достовірність результатів для досліджуваних елементів.

3.2 Кількісні характеристики розрахункової схеми

Розрахункова схема, прийнята для числового моделювання напружено-деформованого стану конструкції, характеризується рядом геометричних, кінематичних та розрахункових параметрів, які визначають точність і достовірність отриманих результатів. Формування моделі виконано з урахуванням просторової роботи конструкції та вимог методу скінченних елементів.

Загальна кількість вузлів розрахункової моделі становить 1478, що забезпечує достатній рівень деталізації геометрії конструкції та дозволяє коректно відобразити особливості її просторової роботи. Наявність великої кількості вузлових точок сприяє більш точному опису поля переміщень і деформацій у всіх характерних зонах конструкції, зокрема в місцях концентрації напружень.

Кількість скінченних елементів у моделі дорівнює 1742, що свідчить про високий ступінь дискретизації розрахункової області. Така кількість елементів дозволяє адекватно змоделювати складну геометрію конструктивних елементів та забезпечити збіжність числового розв'язку при допустимих обчислювальних витратах.

За типом розрахункової постановки модель належить до систем загального вигляду. Це означає, що деформації конструкції та її основні невідомі описуються лінійними переміщеннями вузлових точок уздовж глобальних координатних осей X , Y та Z , а також кутовими поворотами вузлів навколо осей UX , UY та UZ . Така постановка дозволяє врахувати повну просторову роботу конструкції та взаємодію між її елементами.

Для моделювання огорожувальних та несучих елементів використано площинні скінченні елементи типу 44, які являють собою чотирикутні оболонкові елементи. Застосування даного типу елементів є доцільним для моделювання стін, плит та інших тонкостінних конструкцій, оскільки вони здатні адекватно відтворювати як мембранну, так і згинальну роботу елементів.

Сполучення стін з фундаментною плитою прийняте жорстким, що

забезпечує сумісну роботу надземної та підземної частин будівлі та коректну передачу зусиль від стін на фундамент. Таке конструктивне рішення дозволяє врахувати реальні умови закріплення та вплив жорсткості фундаментної плити на напружено-деформований стан стін.

Граничні умови в розрахунковій моделі задані у вигляді кінематичних зв'язків по осях X та Y на рівні підшви фундаментної плити, що унеможливорює горизонтальні переміщення конструкції в основі та забезпечує стійкість розрахункової схеми. Вертикальні переміщення при цьому враховуються відповідно до прийнятої розрахункової постановки.

Крок розбиття площинних скінченних елементів прийнятий рівним 0,25 м, що дозволяє досягти компромісу між точністю розрахунку та обсягом обчислень. Такий розмір елементів є достатнім для коректного опису геометрії та напруженого стану конструкції без надмірного ускладнення моделі.

Для зручності аналізу результатів визначено напрямки видачі внутрішніх зусиль. Для горизонтальних площинних скінченних елементів зусилля видаються у напрямку осі X , тоді як для вертикальних площинних скінченних елементів — у напрямку осі Z . Прийняті напрямки дозволяють уніфікувати подальший аналіз результатів та спростити інтерпретацію напружено-деформованого стану конструкції.

3.2.1 Жорсткість елементів

У процесі формування та аналізу розрахункової моделі прийнято єдину систему одиниць вимірювання, що забезпечує коректність задання геометричних, силових і деформаційних параметрів. Усі лінійні розміри елементів конструкції, включаючи габарити будівлі, координати вузлів та параметри розрахункової сітки, задані в метрах (м) та міліметрах (мм) залежно від необхідного рівня точності.

Силові характеристики, зокрема навантаження, внутрішні зусилля та реакції опор, виражені в кілоньютонах (кН), що відповідає загальноприйнятій практиці

інженерних розрахунків у будівельній механіці та методі скінченних елементів. Такий вибір одиниць дозволяє уникнути числових похибок, пов'язаних із масштабуванням величин, та забезпечує узгодженість результатів на всіх етапах розрахунку.

Товщина пластин і оболонкових елементів у розрахунковій схемі представлена в одиницях виміру лінійних розмірів, що дає змогу коректно враховувати геометричні характеристики елементів при визначенні їх жорсткості, напруженого стану та деформацій. Прийнята система одиниць є узгодженою з вимогами програмного комплексу та нормативної документації.

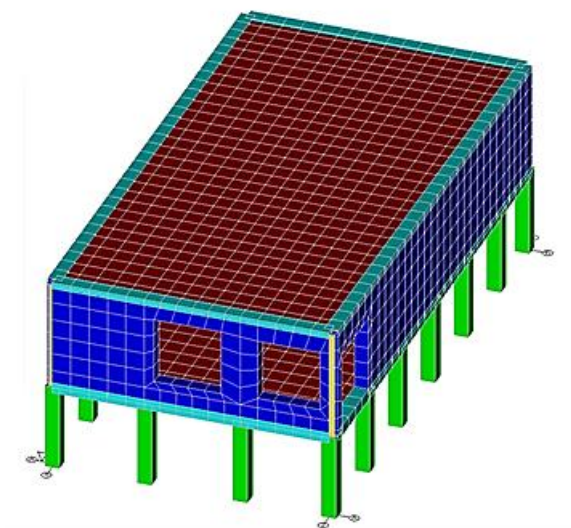


Рисунок 3.1 – Презентаційний вигляд дискретної скінченно-елементної схеми

3.3 Розрахунок сейсміки

У межах виконаних числових досліджень було здійснено розрахунок напруженого стану цегляної кладки несучих стін з урахуванням дії сейсмічних навантажень, характерних для району будівництва. Аналіз проводився з використанням програмного комплексу «SCAD++», який дозволяє виконувати просторове моделювання конструкцій та оцінювати їхню поведінку під впливом динамічних дій, зокрема сейсмічних впливів нормативної інтенсивності.

За результатами розрахунку встановлено, що значення нормальних і дотичних напружень, які виникають у цегляній кладці несучих стін під час дії сейсмічних навантажень, не перевищують допустимих розрахункових значень, визначених відповідними нормативними документами. Отримані напруження мають помірний характер і не досягають критичних рівнів, здатних спричинити втрату несучої здатності або появу небезпечних деформацій.

Аналіз розподілу напружень у кладці свідчить про задовільну роботу конструкції в сейсмічних умовах та достатній рівень її просторової жорсткості. У результаті проведених розрахунків не виявлено зон концентрації напружень, які могли б призвести до утворення тріщин, значних залишкових деформацій або порушення цілісності несучих стін. Отримані результати підтверджують правильність прийнятих конструктивних рішень і забезпечують необхідний рівень сейсмічної надійності будівлі.

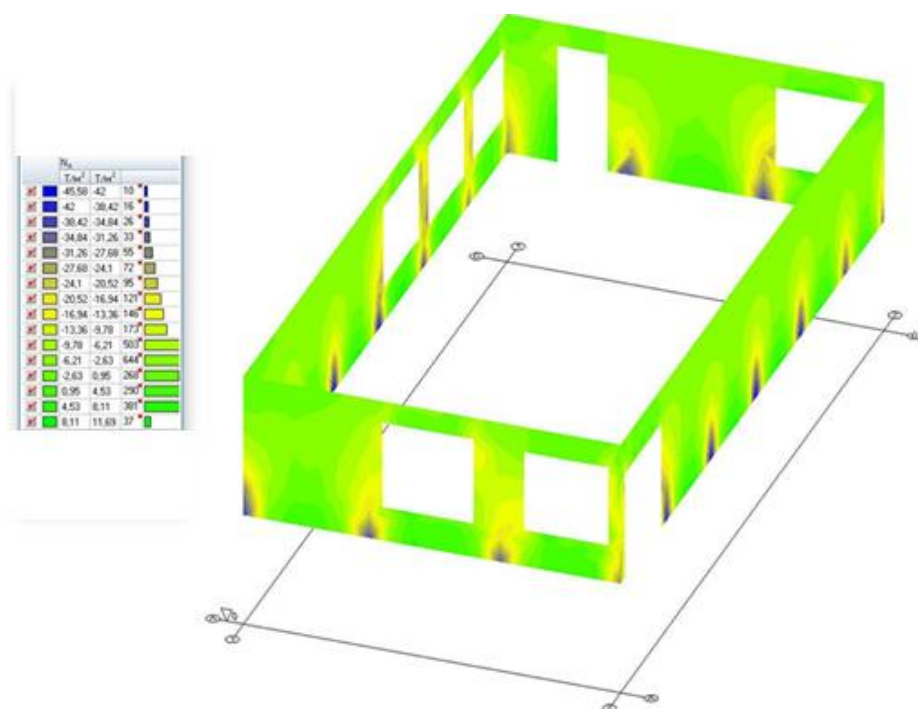


Рисунок 3.2 – Схема зносу напружень G_x в стінах (особливе поєднання навантажень)

Аналіз рисунка свідчить, що підвищені нормальні сили локалізуються переважно у зонах прорізів (віконних і дверних отворів), а також у приопорних ділянках стін і в кутах конструкції. Це є закономірним наслідком сейсмічної дії, оскільки отвори зменшують жорсткість стінових панелей і спричиняють нерівномірний перерозподіл напружень. У вертикальних простінках між отворами спостерігається зростання нормальних сил, що вказує на їхню активну участь у сприйнятті горизонтальних інерційних навантажень.

Водночас у центральних ділянках стін без прорізів нормальні сили мають більш рівномірний та знижений характер, що свідчить про стабільну роботу матеріалу без утворення критичних напружених зон. Загальний характер розподілу підтверджує, що конструкція працює як єдина просторово-жорстка система, у якій сейсмічні зусилля передаються через стінові елементи до опор.

3.4 Висновок до розділу 3

У третьому розділі кваліфікаційної роботи виконано науково-дослідне дослідження напружено-деформованого стану конструкцій прибудови актового залу з використанням методу скінченних елементів у програмному комплексі SCAD++. Побудована розрахункова модель дозволила оцінити просторову роботу конструкцій з урахуванням реальних умов опирання та навантаження.

У процесі моделювання визначено характер розподілу внутрішніх зусиль у конструктивних елементах, а також вплив сейсмічних навантажень для району з розрахунковою сейсмічністю 7 балів. Отримані результати показали, що прийнята конструктивна схема забезпечує необхідну просторову жорсткість і стійкість будівлі, а значення напружень і деформацій не перевищують гранично допустимих.

Проведене чисельне моделювання підтвердило правильність прийнятих конструктивних рішень і доцільність їх застосування в умовах сейсмічних районів. Отримані результати мають практичну цінність та можуть бути використані при проектуванні й реконструкції будівель аналогічного призначення.

Розділ 4

Охорона праці та безпека надзвичайних ситуацій

4.1 Загальні положення про безпеку умов праці в будівництві

З метою забезпечення сприятливих для здоров'я умов праці, високого рівня працездатності, профілактики травматизму і професійних захворювань, отруєнь та відвернення іншої можливої шкоди для здоров'я на підприємствах, в установах і організаціях різних форм власності повинні встановлюватися єдині санітарно-гігієнічні вимоги до організації виробничих процесів, пов'язаних з діяльністю людей, а також до якості машин, обладнання, будівель та інших об'єктів, які можуть мати шкідливий вплив на здоров'я. Всі державні стандарти, технічні умови і промислові зразки обов'язково погоджуються з органами охорони здоров'я в порядку, встановленому законодавством. Власники і керівники підприємств, установ та організацій зобов'язані забезпечити в їхній діяльності виконання правил техніки безпеки, виробничої санітарії та інших вимог щодо охорони здоров'я, передбачених законодавством, не допускати шкідливого впливу на здоров'я людей (ст. 28 Основ законодавства України про охорону здоров'я).

Власник зобов'язаний створити в кожному структурному підрозділі й на робочому місці умови праці відповідно до вимог нормативних актів, а також забезпечити дотримання прав працівників, гарантованих чинним законодавством.

Типове положення про службу охорони праці затверджене наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 15 листопада 2004 р. № 255. Служба охорони праці створюється на підприємствах з кількістю працюючих 50 і більше осіб. На підприємстві з кількістю працюючих менше 50 осіб функції служби охорони праці можуть виконувати у порядку сумісництва (суміщення) особи, які мають відповідну підготовку. На підприємстві з кількістю працюючих менше 20 осіб для виконання функцій служби охорони праці можуть залучатися сторонні спеціалісти на договірних засадах, які мають виробничий стаж роботи не менше трьох років і пройшли навчання з охорони праці. Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо роботодавцю. Ліквідація служби

охорони праці допускається тільки у разі ліквідації підприємства чи припинення використання найманої праці фізичною особою.[80]

У разі відсутності впровадженої системи якості відповідно до ISO 9001, опрацювання ефективної системи управління охороною праці на підприємстві та сприяння удосконаленню діяльності у цьому напрямку кожного структурного підрозділу і кожного працівника; забезпечення фахової підтримки рішень роботодавця з цих питань; організація проведення профілактичних заходів, спрямованих на усунення шкідливих і небезпечних виробничих факторів, запобігання нещасним випадкам на виробництві, професійним захворюванням та іншим випадкам загрози життю або здоров'ю працівників; вивчення та сприяння впровадженню у виробництво досягнень науки і техніки, прогресивних і безпечних технологій, сучасних засобів колективного та індивідуального захисту працівників; контроль за дотриманням працівниками вимог законів та інших нормативно-правових актів з охорони праці, положень (у разі наявності) галузевої угоди, розділу "Охорона праці", колективного договору та актів з охорони праці, що діють у межах підприємства; інформування та надання роз'яснень працівникам підприємства з питань охорони праці.

4.1.2 Вимоги безпеки до облаштування та утримання будівельного майданчика, ділянок робіт і робочих місць

Виробничі території, ділянки робіт і робочі місця повинні бути забезпечені необхідними засобами колективного або індивідуального захисту працюючих, первинними засобами пожежогасіння, а також засобами зв'язку, сигналізації та іншими технічними засобами забезпечення безпечних умов праці відповідно до вимог чинних нормативних документів та умов угод.

Проїзди, проходи на виробничих територіях, а також проходи до робочих місць і на робочих місцях повинні утримуватися в чистоті і порядку, очищатися від сміття і снігу, не захащуватися матеріалами і конструкціями, що складаються.

Облаштування виробничих територій, їх технічна експлуатація повинні відповідати вимогам будівельних норм і правил, державних стандартів, санітарних, протипожежних, екологічних та інших чинних нормативних документів.

При виконанні робіт у закритих приміщеннях, на висоті, під землею повинні бути передбачені заходи, що дозволяють здійснювати евакуацію людей у разі виникнення пожежі або аварії.

Будівельні майданчики, ділянки робіт і робочі місця, проїзди та підходи до них у темний час доби повинні бути освітлені відповідно до вимог державних стандартів. Освітлення закритих приміщень повинно відповідати вимогам будівельних норм і правил. [3]

Для тих, хто працює на відкритому повітрі, повинні бути передбачені навіси для укриття від атмосферних опадів.

4.1.3 Вимоги безпеки при складуванні матеріалів і конструкцій

Матеріали (конструкції) слід розміщувати відповідно до вимог цих норм і правил та міжгалузевих правил з охорони праці на вирівняних майданчиках, вживаючи заходів проти самовільного зміщення, просідання, обсипання та розкочування матеріалів, що складаються.

Складські майданчики повинні бути захищені від поверхневих вод. Забороняється здійснювати складування матеріалів, виробів на насипних неущільнених ґрунтах.

Матеріали, вироби, конструкції та обладнання при складуванні на будівельному майданчику і робочих місцях повинні укладатися наступним чином:

- цегла в пакетах на піддонах - не більше ніж у два яруси, в контейнерах - в один ярус, без контейнерів - висотою не більше 1,7 м;
- плити перекриттів - в штабель висотою не більше 2,5 м на підкладках і з прокладками;

Складування інших матеріалів, конструкцій і виробів слід здійснювати

відповідно до вимог стандартів і технічних умов на них.

Між штабелями (стелажами) на складах повинні бути передбачені проходи шириною не менше 1 м і проїзди, ширина яких залежить від габаритів транспортних засобів і вантажно-розвантажувальних механізмів, що обслуговують склад.

Притуляти (спирати) матеріали та вироби до парканів, дерев елементи тимчасових і капітальних споруд не допускається.

4.1.4 Безпека праці при цегляній кладці

Каменяр зобов'язаний:

- виконувати тільки ту роботу, щодо якої проінструктований і допущений керівником робіт або майстром;
- користуватися спецодягом, спецвзуттям та запобіжними засобами і пристосуваннями;
- знати і виконувати встановлену звукову і світлову сигналізацію;
- перебуваючи на будівельному майданчику, завжди користуватися захисною каскою з дво-тришаровим підшоломником;
- нести особисту відповідальність за дотримання вимог безпеки та за безпеку товаришів по роботі;
- не виконувати розпоряджень, якщо вони суперечать вимогам охорони праці та екологічним вимогам.

Робоче місце муляра повинно бути забезпечене інвентарними огорожами, захисними та запобіжними пристроями, пристосуваннями (драбинами, підмостками, настилами, лісами та іншими), виготовленими за типовими проектами і встановленими відповідно до чинних правил і вимог, а також відповідно до проекту виконання робіт.

Для переходу муляра від однієї конструкції до іншої, розташованої на висоті понад 1,3 м, слід застосовувати трапи, перехідні містки з перильними огорожами.

Забороняється сідати або ставати на перила риштувань або підмостків, стрибати і бігати по настилу.

Проходи під підвісними і підйомними риштуваннями повинні бути закриті або захищені навісами і позначені знаками безпеки.

Забороняється вести кладку стін будівель висотою більше двох поверхів без влаштування міжповерхових перекриттів або тимчасового надійного настилу по балках цих перекриттів, а також без влаштування майданчиків, маршів та їх огорож у сходових клітках.

Забороняється вести кладку стін при розташуванні настилу вище укладених рядів кладки. Кожен ярус стіни необхідно укласти так, щоб рівень кладки був не менше, ніж на два ряди вище рівня робочого настилу.

4.1.5 Висновки до підрозділу 4.1

У підрозділі 4.1 кваліфікаційної роботи розглянуто питання охорони праці під час виконання будівельно-монтажних робіт з реконструкції будівлі дитячого садка та зведення прибудови з актовим залом.

У ході аналізу визначено основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, характерні для будівельного майданчика, зокрема ризик падіння працівників з висоти, можливість травмування при складуванні та переміщенні матеріалів, вплив пилу, шуму та вібрацій, а також небезпеку ураження електричним струмом під час використання електроінструментів. З урахуванням вимог чинних нормативно-правових актів у сфері охорони праці обґрунтовано необхідність суворого дотримання правил безпеки на всіх етапах виконання робіт.

У роботі запропоновано комплекс організаційних і технічних заходів з охорони праці, що включає проведення вступного, первинного та повторного інструктажів, забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, раціональну організацію робочих місць, огороження небезпечних зон та контроль за дотриманням технологічної дисципліни.

4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

4.2.1 Оцінка стійкості об'єкту до впливу ударної хвилі ядерного (техногенного) вибуху і заходи щодо підвищення стійкості

Шляхи та методи підвищення стійкості функціонування об'єкту (цеху) в умовах надзвичайної ситуації в мирний та воєнний час, доволі різноманітні і визначаються конкретними специфічними особливостями кожного окремого підприємства.

Вибір найбільш ефективних (в тому числі і з економічної точки зору) шляхів і способів підвищення стійкості функціонування об'єкту, можливий тільки на основі всебічної ретельної оцінки кожного підприємства, як об'єкту громадянської оборони.

За критерій стійкості об'єктів до впливу ударної хвилі ,беруть максимальне значення надлишкового тиску, при якому будинки, споруди й устаткування зберігаються, або одержують слабкі руйнування (ушкодження). При оцінці стійкості визначають наступне:

- максимальний можливий надлишковий тиск ударної хвилі $\Delta P_{\Phi \max}$ очікуване на об'єкті;
- виділяють основні елементи на об'єкті, від яких залежить його працездатність;
- визначають надлишковий тиск, при яких будинки, споруди, устаткування одержують слабкі, середні, сильні і повні руйнування;
- визначають межі стійкості кожного виділеного елементу до ударної хвилі щодо надлишковому тиску $\Delta P_{\Phi \lim}$, при якому елементи одержують слабкі руйнування;
- визначають межі стійкості об'єкту в цілому до ударної хвилі по мінімальній межі стійкості його складових елементів.

Все це буде залежати від виду і потужності вибуху, відстані до об'єкта, конструкції й розмірів елементів об'єкта, орієнтації відносно вибуху, розміщення будівель і споруд, рельєфу місцевості, характеру аварії, сили землетрусу чи бурі.

Врахувати їх разом для кожного об'єкта неможливо. Тому опір конструкцій дії вибухової хвилі прийнято характеризувати надмірним тиском у фронті ударної хвилі який призводить до слабких, середніх і сильних руйнувань.

Послідовність проведення оцінювання:

- визначення максимального надмірного тиску ударної хвилі, сейсмічної хвилі чи сили бурі, яка очікується на об'єкті;
- виділення основних елементів на об'єкті (тваринницькі ферми, склади, майстерні, комбикормовий цех, цехи переробки та ін.), від яких залежатиме функціонування об'єкта і виробництво продукції;
- оцінка стійкості кожного елемента об'єкта;
- порівняння розрахованої межі стійкості об'єкта з очікуваним максимальним надмірним тиском ударної хвилі сейсмічної хвилі чи сили бурі.
- визначення ступеня можливих руйнувань за таблицею результатів оцінки для елементів об'єкта при можливому і максимальному значенні надмірного тиску, тиску сейсмічної хвилі чи сили бурі і можливі при цьому втрати (відсотки).

На основі результатів оцінки стійкості об'єкта роблять висновки і пропозиції по кожному елементу і об'єкту в цілому: межа стійкості об'єкта, найбільш вразливі його елементи, характер і ступінь руйнувань при максимальному надмірному тиску, сильному землетрусі і урагані, можливі збитки; межа доцільного підвищення стійкості найбільш вразливих елементів об'єкта і пропозиції (заходи) для підвищення межі стійкості об'єкта.

Такими заходами можуть бути:

- укріплення несучих конструкцій та перекрить будівель установкою додаткових колон, ферм, контрфорсів або підкосів;
- розміщення обладнання на нижніх поверхах будівель або в підвалах, надійне закріплення на фундаменті.

4.2.2 Організація і проведення досліджень з оцінки стійкості об'єкту в НС

Оцінювання стійкості роботи об'єкту – це всебічне вивчення підприємства з погляду здатності його протистояти впливу вражаючих факторів ядерного вибуху, відновлення виробництва при одержанні середніх і слабких руйнувань.

Мета дослідження складається в тому, щоб виявити уразливі місця в роботі об'єкту у воєнний час і виробити найбільш ефективні пропозиції і рекомендації, спрямовані на підвищення його стійкості. Надалі ці рекомендації включаються в план заходів щодо підвищення стійкості роботи об'єкту, що і реалізується.

Дослідження стійкості підприємств проводиться силами інженерно-технічного персоналу із залученням фахівців науково-дослідних і проектних організацій, пов'язаних із даним підприємством. Організатором і керівником дослідження є керівник підприємства – начальник ЦО об'єкту.

Весь процес планування і проведення дослідження можна розділити на три етапи: перший – підготовчий, другий – оцінка стійкості роботи об'єкту в умовах воєнного часу, третій – розробка заходів, що підвищують стійкість роботи об'єкту.

На першому етапі розробляються керівні документи, визначається склад учасників дослідження й організується їхня підготовка.

Основними документами для організації дослідження стійкості роботи об'єкту є: наказ керівника підприємства; календарний план основних заходів щодо підготовки до проведення дослідження; план проведення дослідження.

Наказ директора підприємства (керівника дослідження) розробляється на підставі вказівок старшого начальника з урахуванням особливостей і конкретних умов, пов'язаних із виробничою діяльністю об'єкту. У наказі вказуються: мета і задачі майбутнього дослідження, час проведення робіт, склад учасників і задачі дослідницьких груп, терміни готовності звітної документації.

Календарний план підготовки до проведення дослідження визначає основні заходи і терміни їхнього проведення, відповідальних виконавців, сили і засоби, які беруть участь у поставлених задачах.

План проведення дослідження стійкості роботи об'єкту є основним документом, що визначає зміст роботи керівника дослідження і дослідницьких груп головних фахівців. У плані вказуються: тема, мета і тривалість дослідження, склад слідчих груп і зміст їхньої роботи, порядок дослідження. Тривалість дослідження встановлюється в залежності від обсягу робіт і підготовленості учасників, залучених до виконання задач, і може складати два – три місяці.

Залежно від складу основних виробничо-технічних служб на об'єкті можуть створюватися такі дослідницькі групи:

- начальника відділу капітального будівництва;
- головного енергетика;
- головного технолога;
- головного механіка;
- відділу матеріально-технічного постачання та ін.

Крім того, створюється група штабу ЦО об'єкту, в яку входять начальники служб оповіщення і зв'язку, протирадіаційного і протихімічного захисту сховищ і ПРУ, медична, охорони суспільного порядку, матеріально-технічного постачання.

Для узагальнення отриманих результатів і подання загальних пропозицій створюється група керівника дослідження на чолі з головним інженером чи начальником виробничого відділу. Чисельність дослідницьких груп залежить від обсягу розв'язуваних задач, специфіки виробництва і може складати 5 – 10 чоловік.

Підвищення стійкості об'єкта досягається посиленням найбільш слабких (вражаючих) елементів і ділянок об'єкту. Для цього на кожному ОНГ завчасно на основі досліджень планують і проводять відповідні організаційні й інженерно-технічні заходи. Досягнення науки і техніки дозволяють реалізувати такі рішення, при яких підприємство буде стійке до впливу дуже значних надлишкових тисків, однак це пов'язано з великими витратами засобів і матеріалів і може бути виправдано лише при захисті унікальних, особливо важливих елементів об'єкту. Заходи будуть економічно обґрунтовані, якщо вони максимально узгоджені із завданнями, які розв'язуються в мирний час для забезпечення безаварійної роботи,

поліпшення умов праці, удосконалювання виробничого процесу. Особливо велике значення має розробка інженерно-технічних заходів при новому будівництві у процесі проектування.

4.2.3 Оцінка масштабу, розмірів втрат та інших наслідків можливої НС на об'єкті будівництва

Оцінка обстановки – порядок визначення ступеню ураженості об'єкта чи території, можливих об'ємів завданих збитків та вплив вторинних факторів на проведення рятувальних та інших невідкладних робіт (РiНР) в осередку ураження від надзвичайних ситуацій (НС).

Вони залежать від конкретних умов виникнення або загрози виникнення надзвичайних ситуацій мирного чи воєнного часу [3].

По часу оцінка обстановки може бути - завчасна, планова, термінова.

В мирний час відповідно до Закону України «Про страховий фонд документації» на всій території України проведений моніторинг наявності потенційно небезпечних об'єктів чи явищ, що можуть призвести до виникнення надзвичайних ситуацій. Оцінку обстановки можна попередньо проводити по карті місцевості району, де існує загроза або виникла надзвичайна ситуація.

На підставі цих досліджень розроблені плани дій під час загрози або виникнення НС. В яких ґрунтовно описані можливі наслідки тої чи іншої надзвичайної ситуації та шляхи її подолання - зменшення жертв, пошкоджень, руйнувань та інше.

Оцінка обстановки визначає:

- характер і об'єм руйнувань і пошкоджень, нанесені збитки і втрати;
- види аварійно-рятувальних робіт та можливий їх об'єм;
- радіаційну, хімічну, інженерну, пожежну та інші обстановки та їх

вплив на виконання завдань;

- найбільш доцільні напрямки висування в введення сил ЦО в вогнище чи на територію ураження;
- місце розташування, стан і забезпеченість сил ЦО та їх можливості по виконанню завдань;
- вплив вторинних факторів ураження, погоди, пори року і доби, характер місцевості.

За результатами аналізу оцінки обстановки приймається рішення про ведення РіНР в осередках ураження чи на територія, яка потерпіла від НС.

Рішення на виконання завдань по локалізації та ліквідації наслідків НС включає:

- на що направляти основні зусилля сил та засобів;
- порядок ведення рятувальних та інших невідкладних робіт в осередку ураження чи події;
- організація зв'язку та управління підчас ведення РіНР;
- порядок взаємодії сил і засобів залучених на проведення робіт;
- час проведення РіНР.

Форми і методи оцінки обстановки при загрозі або виникненні надзвичайних ситуацій залежать в першу чергу від виду надзвичайної ситуації.

На місце загрози або виникнення НС терміново виїжджає мобільно-оперативна група у складі: спеціалістів з різних галузей.

Метою роботи цієї групи на місці НС є:

- обстеження місця виникнення НС, характеру, об'ємів та пошкоджень НС;
- надання при необхідності першої медичної допомоги потерпілим;
- визначення попередніх обсягів втрат (площі території, яка постраждала);

- готує пропозиції щодо першочергових заходів та обсягів робіт по локалізації та ліквідації (мінімізації) наслідків НС.
- координує дії служб на місці НС.

Під обстановкою розуміють сукупність наслідків НС, що впливають на нормальну життєдіяльність, виробництво продукції та дії сил при локалізації та ліквідації наслідків НС.

Аналіз пожежної небезпеки і захисту технологічних процесів виробництв здійснюється поетапно. Він містить у собі вивчення технологій виробництв, оцінку пожежонебезпечних властивостей речовин, виявлення можливих причин виникнення і запобіганню пожеж.

Під пожежною обстановкою розуміють сукупність наслідків впливу вражаючих факторів НС, у результаті яких виникають пожежі, які впливають на життєдіяльність людей.

Для оцінки пожежної обстановки необхідно провести такі заходи:

- визначити вид, масштаб і характер пожежі;
- провести аналіз впливу пожежі на стійкість окремих елементів і об'єкту в цілому, а також на життєдіяльність населення;
- вибрати найбільш доцільні дії пожежних підрозділів та формувань ЦЗ з локалізації і гасіння пожежі, евакуації при необхідності людей і матеріальних цінностей із зони пожежі.

Основна причина виникнення пожеж – необережне поводження з вогнем, порушення правил пожежної безпеки. Крім того, вони можуть виникнути в наслідок природних явищ (грозові розряди, землетруси, виверження вулканів, самозаймання торфу, підпал, вибух).

Межа вогнестійкості, вимірювана в годинах, визначається здатністю несучих конструкцій протистояти вогню без обвалювань, прогинів, тріщин, і отворів, через які проникають продукти горіння.

Вона становить для будинків:

- I ступеня вогнестійкості – понад 2 годин;
- II ступеня до 2 годин;
- III ступеня - 1,5 години;
- IV ступеня - 1 година.

За категоріями вибухонебезпечності будинки поділяють на п'ять категорій:

Категорії А і Б – вибухопожежонебезпечні, В, Г, Д – пожежонебезпечні.

Пожежа характеризується видом, масштабом або щільністю, розвитком і швидкістю поширення, тепловою радіацією, тривалістю горіння, температурою горіння, зоною задимлення.

Види пожеж: окремі, масові, суцільні, вогневий шторм, лісові, степові, торф'яні, тління, горіння в завалах.

Розвиток і швидкість поширення пожеж визначається ступенем вогнестійкості будинку, відстанню між ними, щільністю забудови, метеоумовами і порогом року.

Розвиток пожеж незалежно від їх розмірів і місця виникнення відбувається за однією загальною закономірністю і поділяється на три фази:

- I фаза – поширення полум'я від початкового горіння до охоплення великої частини горючих матеріалів. Ця фаза характеризується спочатку порівняно невеликою температурою і швидкістю поширення вогню, тому пожежа може бути ліквідована у перші 15-20 хвилин за короткий час обмеженими засобами. Тривалість фази до 2 годин в залежності від вогнестійкості будинків.;
- II фаза – стале горіння до моменту обвалення конструкцій, тривалість від 1 до 4 годин;
- III фаза – вигорання матеріалів завалених конструкцій при невеликих швидкостях горіння і теплової радіації, тривалість від 2 до 5 годин.

Залежно від масштабів пожеж застосовують то чи іншу тактику ведення

боротьби з ним, та залучають відповідні сили і засоби. Це може бути окрема тема для вивчення.

Отже, оцінка обстановки при виникненні надзвичайних ситуацій потребує значних об'ємів знань умінь і навичок, досвіду проведення рятувальних та інших невідкладних робіт в осередках ураження.

4.2.4 Висновки до підрозділу 4.2

У підрозділі 4.2 кваліфікаційної роботи розглянуто питання безпеки будівлі дитячого садка та прибудови з актовим залом в умовах надзвичайних ситуацій техногенного та воєнного характеру. Особливу увагу приділено оцінці стійкості об'єкта до впливу ударної хвилі та аналізу можливих наслідків надзвичайних ситуацій для людей і конструкцій будівлі.

У процесі аналізу встановлено, що стійкість будівлі в умовах надзвичайних ситуацій значною мірою залежить від конструктивної схеми, матеріалу несучих елементів та просторової жорсткості споруди. Прийняті у проєкті конструктивні рішення, зокрема використання цегляних несучих стін і залізобетонних перекриттів, забезпечують достатню несучу здатність та опір динамічним впливам у межах нормативних значень.

У підрозділі також розглянуто організаційні заходи цивільного захисту, спрямовані на забезпечення безпеки дітей, персоналу та відвідувачів у разі виникнення надзвичайних ситуацій. Передбачено забезпечення нормативних шляхів евакуації, організацію оповіщення та інформування, а також розробку дій персоналу у разі виникнення загрози. Реалізація запропонованих заходів дозволяє мінімізувати можливі людські втрати та зменшити негативні наслідки надзвичайних ситуацій.

ЗАГАЛЬНІ Висновки

У процесі виконання кваліфікаційної роботи було здійснено комплексне архітектурно-будівельне та інженерно-конструктивне опрацювання проєкту реконструкції будівлі дитячого садка з улаштуванням прибудови, призначеної для розміщення актового залу. Робота виконувалась відповідно до вимог чинних будівельних норм, державних стандартів та методичних рекомендацій, що забезпечило системний підхід до вирішення поставлених завдань і дозволило досягти поставленої мети в повному обсязі.

На початковому етапі роботи було проаналізовано вихідні дані, зокрема містобудівні умови, функціональні вимоги до об'єкта, природно-кліматичні та інженерно-геологічні умови району будівництва. Аналіз кліматичних параметрів, включаючи вітрові та снігові навантаження, а також сейсмічність району на рівні 7 балів, дозволив обґрунтовано підійти до формування архітектурних і конструктивних рішень прибудови. Врахування зазначених факторів є особливо важливим з огляду на специфіку будівлі закладу дошкільної освіти, що передбачає підвищені вимоги до безпеки та надійності.

У межах архітектурно-будівельного розділу обґрунтовано рішення генерального плану до та після реконструкції, визначено основні об'ємно-планувальні параметри прибудови актового залу та її функціональний зв'язок з існуючою будівлею дитячого садка. Прийняті планувальні рішення забезпечують нормативні площі та висоти приміщень, зручну організацію внутрішніх зв'язків, достатній рівень природного освітлення та безпечні умови перебування дітей і персоналу. Значну увагу приділено дотриманню вимог пожежної безпеки, організації шляхів евакуації та забезпеченню доступності будівлі.

У розрахунково-конструктивному розділі виконано детальний аналіз інженерно-геологічних умов майданчика та обґрунтовано вибір стовпчастих фундаментів для прибудови актового залу. Проведені розрахунки за першою та другою групами граничних станів показали, що прийняті фундаменти забезпечують необхідну несучу здатність і допустимі деформації основи. Аналіз

взаємодії фундаментів з ґрунтовою основою підтвердив надійність та стійкість прийнятих конструктивних рішень упродовж нормативного терміну експлуатації будівлі.

Науково-дослідний розділ роботи присвячено чисельному моделюванню напружено-деформованого стану конструкцій прибудови з використанням методу скінченних елементів у програмному комплексі SCAD++. Побудована просторова розрахункова модель дозволила оцінити реальну роботу конструкцій під дією постійних, тимчасових і сейсмічних навантажень. Результати моделювання показали, що прийнята конструктивна схема забезпечує достатню просторову жорсткість, а напруження та переміщення в елементах не перевищують гранично допустимих значень. Отримані результати підтверджують правильність прийнятих інженерних рішень і можливість їх практичної реалізації.

Важливою складовою кваліфікаційної роботи є розділ з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях. У роботі визначено основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, характерні для виконання будівельно-монтажних робіт на об'єкті дошкільної освіти, та запропоновано комплекс організаційних і технічних заходів щодо їх мінімізації. Особливу увагу приділено безпеці дітей, персоналу та відвідувачів у разі виникнення надзвичайних ситуацій техногенного або воєнного характеру. Запропоновані заходи цивільного захисту та організації евакуації відповідають чинним нормативним вимогам і сприяють зменшенню можливих людських і матеріальних втрат.

Узагальнюючи результати виконаної кваліфікаційної роботи, можна зробити висновок, що всі поставлені завдання вирішені в повному обсязі, а мета дослідження досягнута. Запропоновані архітектурні, конструктивні та інженерні рішення є технічно обґрунтованими, функціонально доцільними та такими, що відповідають чинним будівельним нормам і правилам. Отримані результати мають практичну цінність і можуть бути використані при реконструкції та проектуванні будівель закладів дошкільної освіти аналогічного призначення, а також у подальшій професійній діяльності в галузі будівництва.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ковальчук Я. О. Методичний посібник для виконання кваліфікаційної роботи магістра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія” / Я. О. Ковальчук, Г. М. Крамар, О. М. Мещерякова. - Тернопіль : ТНТУ, 2020. – 56 с.
2. ДБН В.2.2-9-2018 Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення
3. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення [Чинний від 01.10.2012]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2018. 133 с.
4. ДСП 173-96 Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Зі змінами [Чинний від 07.03.2019]. Вид. офіц. Київ: Міністерство охорони здоров'я України, 1996. 46 с.
5. ДБН В.2.2-40:2018 Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. Із Зміною № 1 [Чинний від 01.09.2022]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2022. 67 с.
6. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель [Чинний від 01.09.2022]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2022. 23 с.
7. ДБН В.1.2-14:2018 "Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд" із Зміною №1 [Чинний від 02.08.2018]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2022. 35 с.
8. Навантаження і впливи. Норми проектування: ДБН В.1.2–2:2006. – [Чинні від 01.01.2007]. – К.: Мінбуд України, Державне підприємство «Укрархбудінформ», 2006. – 75 с.
9. ДСТУ Б В.2.6-77:2009 Конструкції будинків і споруд. Двері металеві протипожежні. Загальні технічні умови [Чинний від 01.08.2009]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 16 с.
10. ДБН В.1.17-2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва
11. ДБН В.2.6-198:2014 "Сталеві конструкції. Норми проектування"
12. ДБН В.2.1-10-2018 "Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення" [Чинний від 02.08.2018]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2018. 36 с.
13. ДСТУ Б В.2.1-2-96. Ґрунти. Класифікація. – К.: Державний комітет

України у справах містобудування і архітектури, 1995.

14. ДБН А.2.1–1-2008 Інженерні вишукування для будівництва. Основні положення. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2008.

15. ДБН В.2.6-98:2009 Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2011.

16. Конончук, О. П., Погребняк, П. О., Чаплінський, С. В., & Штогрин, В. В. (2023). Технічне обстеження стану будівельних конструкцій будівлі готелю «Галичина» в місті Тернопіль. *Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“*, 23-23.

17. Ясній, В. П.; Будз, в. І. Пристрої та системи захисту будівель та споруд від дії циклічних навантажень: сучасний стан та перспективи. Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій, 2023, 1.36: 105-114.

18. Конончук, О. П., Гаврилюк, Б. В., Дячук, М. Л., & Прокопенко, О. Я. (2021). Дослідження напружено-деформованого стану монолітного залізобетонного каркасу будівлі МСЕ. *Збірник тез доповідей X Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“*, 1, 14-15.

19. Конончук, О. П., Будзінський, І. М., Данилків, А. Я., & Фіцай, Р. І. (2022). Використання неруйнівних методів контролю при дослідженні залізобетонних конструкцій. *Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“*, 11-12.

20. Гудь, М. І., & Бехов, А. В. (2025). Дослідження міцності бетонів на основі епоксидних смол. *Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції „Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій“*, присвячена 180-річчю з дня народження Івана Пулюя та 65-річчю з дня заснування Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, 76-77.

21. ДБН А.3.2-2-2009 "Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення" [Чинний від 30.12.2011]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд

України, 2010. 112 с.

22. Про охорону праці: Закон України від 14.10.92 р. № 2695-ХІІ. Вид. офіц. Голос України 1992. 24 лист. № 49, ст.669.

23. ДСТУ-П OHSAS 18002: 2006 Системи управління безпекою та гігієною праці. Основні принципи виконання вимог (OHSAS 18002:2000, IDT).

24. ДСТУ Б А.3.2-15:2011 Норми освітлення будівельних майданчиків

25. ДСТУ Б В.2.8-43:2011 Огородження інвентарні будівельних майданчиків та ділянок виконання будівельно-монтажних робіт. Технічні умови

26. НПАОП 0.00-4.12–05 Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці.

27. Гудь, М. І., & Гиря, П. В. (2024). Властивості полімербетонів. *Збірник тез доповідей XIII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “*, 28-28.

28. Рогачук, А. Ю., Баран, Д. Я., & Конончук, О. П. (2020). Дослідження бетону різної міцності неруйнівними методами контролю. *Матеріали VIII науково-технічної конференції „Інформаційні моделі, системи та технології “*, 200-200.

29. Леник, В. Б., & Конончук, О. П. (2020). Дослідження впливу на міцність бетону прискорювачів твердіння. *Матеріали міжнародної наукової конференції „Іван Пулюй: життя в ім'я науки та України “(до 175-ліття від дня народження)*, 79-80.

30. Каспрук В.Б. Методичні вказівки для написання розділу з Охорони праці в будівництві спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» - Тернопіль: ТНТУ, 2024. -15 с.

31. Техноекологія та цивільна безпека. Частина «Цивільна безпека». Навчальний посібник / В.С. Стручок, – Тернопіль: ТНТУ ім. І.Пулюя, 2022. – 150 с.

32. Стручок В.С. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання / В.С.Стручок. — Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. — 156 с.