

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
Факультет конструювання та дизайну
Кафедра будівництва

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
рішенням кафедри будівництва
(протокол № __, від ____ 2026р.)
завідувач кафедри будівництва,
д.т.н., професор
_____ Ігор ЯКОВЕНКО
«__» _____ 2026 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему: «Проектування опорного закладу освіти у місті Чернігів»

Спеціальність 192 – будівництво та цивільна інженерія
(код і назва)

Гарант освітньої програми

кандидат технічних наук, доцент _____ Євген ДМИТРЕНКО
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи:

ст. викладач _____ Валентина БАКУЛІНА
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

допускається до захисту/не допускається до захисту»

Виконав: студент

_____ Павло МАЛИШКО
«підпис» (ПІБ студента)

м. Київ 2026 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет конструювання та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри будівництва,

_____ **Ігор ЯКОВЕНКО**
(научний ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)

« _____ » _____ грудня 2025р.

З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ БАКАЛАВРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ

_____ Малишку Павлу Едуардовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність _____ 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(код і назва)

Програма підготовки _____ освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема дипломного проєкту затверджена наказом проректора з науково-педагогічної роботи та цифрової трансформації НУБіП України від «24» березня 2026 р. № 839 «С». Термін подання завершеної роботи на кафедру 2026, травень, 20.

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи: геологічні умови майданчика будівництва, природно-кліматичні умови відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010, навантаження та впливи згідно ДБН В.1.2-2:2006 та проєктування за ДБН В.2.2-3:2018.

Бакалаврська кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки, 6 листів формату А1 та використаних джерел літератури 57 найменування.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

Розділ 1. *Архітектурний*

Розділ 2. *Розрахунково-конструктивний*

Розділ 3. *Організація будівництва*

Розділ 4. *Технологія будівельного виробництва*

Список використаних джерел

Перелік графічного матеріалу (обов'язкові креслення):

Аркуш 1.	<i>Архітектурна частина: фасад, розрізи, генплан, вузли.</i>
Аркуш 2.	<i>Архітектурна частина: план.</i>
Аркуш 3.	<i>Розрахунково-конструктивна частина: план покриття, план елементів покриття, план фундаментів, розгортка фундаментів, поперечний розріз фундаменту</i>
Аркуш 4.	<i>Технологічно-будівельна частина. Технологічна карта на штукатурні роботи</i>
Аркуш 5.	<i>Організаційно-будівельна частина. Будівельний генеральний план</i>
Аркуш 6.	<i>Організаційно-будівельна частина. Календарний графік</i>

Строки виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи

Найменування етапу дипломного проєкту	Строк виконання етапу	Відмітка про виконання
<i>Ознайомлення з нормативними документами</i>	<i>16.12.25-26.12.25</i>	
<i>Збір даних та створення ескізу плану</i>	<i>27.12.25-07.01.26</i>	
<i>Виконання креслень до архітектурного розділу</i>	<i>08.01.26-11.02.26</i>	
<i>Заповнення архітектурного розділу</i>	<i>12.02.26-13.03.26</i>	
<i>Заповнення технологічного розділу</i>	<i>14.03.26-30.03.26</i>	
<i>Заповнення організаційного розділу</i>	<i>31.03.26-14.04.26</i>	
<i>Виконання креслень до організаційного розділу</i>	<i>15.04.26-27.04.26</i>	
<i>Заповнення розрахункового розділу</i>	<i>28.04.26-18.05.26</i>	
<i>Доопрацювання креслень архітектурного розділу</i>	<i>19.05.26-23.05.26</i>	
<i>До оформлення записки кваліфікаційної роботи</i>	<i>24.05.26-26.05.26</i>	
<i>Виконання креслень до технологічного розділу</i>	<i>27.05.26-30.05.26</i>	
<i>Виконання креслень до розрахункового розділу</i>	<i>31.05.26-05.06.26</i>	

Дата видачі завдання «16» грудня 2025 р.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

СТ. ВИКЛАДАЧ
(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Валентина БАКУЛІНА
(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Павло МАЛИШКО
(ПІБ студента)

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	9
ВСТУП	10
РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНИЙ	12
1.1 Загальні відомості	12
1.2 Будівельна кліматологія	12
1.2.1 Температура	12
1.2.2 Вітер	13
1.2.3 Опади	13
1.2.4 Інші характеристики	13
1.3 Об'ємно планувальні рішення	13
1.3.1 Конструктивне рішення будівлі	13
1.3.2 Загальні характеристики	14
1.4 Архітектурно конструктивне рішення	14
1.4.1 Стіни	14
1.4.2 Перегородки	16
1.4.3 Двері	16
1.4.4 Вікна	17
1.4.5 Перекриття	19
1.4.6 Сходові клітини	21
1.4.7 Покриття	22
1.5 Обладнання	23
1.5.1 Інженерне обладнання	23
1.5.2 Навчальні приміщення	24
1.5.3 Лабораторії	24
1.5.4 Навчально-виробничі приміщення	24
1.5.5 Санвузли	25
1.5.6 Харчовий блок	25
1.5.7 Клубно-видовищні приміщення	25

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ	26
2.1 Розрахунок та конструювання ферми	26
2.2 Збір навантажень на ферму	27
2.2.1 Збір постійних навантажень	27
2.2.2 Збір тимчасових навантажень	28
2.2.3 Задання навантажень в програмі	29
2.3 Конструювання ферми	29
2.4 Розрахунок ферми	30
2.5 Розрахунок основи та фундаментів	30
2.6 Інженерно-геологічні вишукування	31
2.7 Глибина закладання фундаменту	32
2.8 Збір навантажень на фундаменти	33
2.8.1 Розрахунок снігового навантаження	33
2.8.2 Навантаження від власної ваги горизонтальних елементів	34
2.8.3 Навантаження від власної ваги вертикальних елементів	35
2.8.4 Розрахунок тимчасових навантажень	36
2.8.5 Розподіл навантажень на фундамент	37
2.9 Розрахунок фундаменту	37
2.9.1 По осі «А»	39
2.9.2 По осі «Б»	40
2.9.3 По осі «В»	41
2.10 Деформація ґрунтової основи	42
РОЗДІЛ 3. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА	45
3.1 Загальні відомості	45
3.2 Нормативна тривалість будівництва	45
3.3 Організаційно-технічна схема	46
3.4 Методи виконання робіт	47
3.4.1 Земляні роботи та зведення підземної частини	47
3.4.2 Зведення несучих та огорожувальних конструкцій	48

3.4.3 Монтажні роботи	48
3.4.4 Покрівельні та ізоляційні роботи	48
3.4.5 Опоряджувальні роботи	49
3.5 Вибір монтажних кранів	49
3.5.1 Визначення розрахункових параметрів	49
3.5.2 Вибір марки крана	50
3.5.3 Обґрунтування кількості та розміщення	50
3.6 Календарний графік виконання робіт	51
3.7 Кадри та тимчасові будівлі	51
3.7.1 Розрахунок чисельності персоналу	51
3.7.2 Розрахунок площ тимчасових будівель	52
3.7.3 Тимчасові склади	53
3.8 Тимчасові мережі	53
3.8.1 Електропостачання	53
3.8.2 Водопостачання	54
3.9 Будівельний генеральний план	55
3.10 Техніко-економічні показники	56
РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА	58
4.1 Сфера застосування	58
4.1.1 Загальні відомості	58
4.1.2 Обсяги робіт	59
4.2 Організація та технологія процесу	61
4.2.1 Умови початку роботи	61
4.2.2 Підготовчі роботи	61
4.2.3 Основні роботи	62
4.3 Контроль якості робіт	63
4.3.1 Вхідний контроль	63
4.3.2 Операційний контроль	64
4.3.3 Приймальний контроль	65

4.4 Матеріально-технічні ресурси	66
4.4.1 Матеріали	66
4.4.2 Обладнання	66
4.5 Калькуляція	67
4.6 Охорона праці та техніка безпеки	69
4.6.1 Загальні вимоги	69
4.6.2 Робота на висоті	69
4.6.3 Електробезпека та робота з агрегатами	69
4.6.4 Засоби індивідуального захисту	70
4.7 Екологія та охорона навколишнього середовища	70
ВИСНОВКИ	71
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	73
ДОДАТКИ	78
Додаток А. Будівництво у сейсмічних районах України	78
Додаток Б. Карти районування та таблиці з [ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010] .	79
Додаток В. Карти та таблиці з [ДБН В.2.6-31:2021]	85
Додаток Г. Таблиці з [ДБН В.2.6-31:2006]	86
Додаток Д. Таблиці з [ДБН В.1.2-2:2006]	93
Додаток Е. Створення та конструювання ферми в ПК LIRA-FEM	96
Додаток Ж. Розрахунок ферми в ПК LIRA-FEM	100
Додаток И. Розрахунок основ та фундаментів	105

РЕФЕРАТ

Об'єкт проєктування – будівля опорного закладу освіти місткістю 1200 осіб (12 навчальних класів по 3 паралелі), що розташований у місті Чернігів.

Актуальність теми зумовлена нагальною потребою відновлення освітньої інфраструктури м. Чернігів, де внаслідок бойових дій було повністю зруйновано два та суттєво пошкоджено понад вісім навчальних закладів. Даний проєкт спрямований на відновлення доступу дітей до якісної, безпечної та сучасної освіти.

Метою роботи є розробка комплексного архітектурно-конструктивного, організаційного та технологічного проєкту будівлі із забезпеченням сучасних вимог енергоефективності, інклюзивності та цивільного захисту.

В архітектурно-планувальному розділі запроєктовано триповерхову будівлю за блочним принципом із внутрішнім замкненим двором та габаритними розмірами в крайніх осях $139,5 \times 138,5$ м. Будівля враховує вимоги інклюзивності для маломобільних груп населення та містить захисну споруду цивільного захисту (бомбосховище). Виконано теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій, який підтвердив повну відповідність будівлі чинним вимогам.

У розрахунково-конструктивному розділі розраховано та сконструйовано ферму перекриття. На основі прийнятих інженерно-геологічних умов майданчика запроєктовано фундамент неглибокого закладання – збірний залізобетонний стрічковий із плит ФЛ та блоків ФБС, виконано перевірку деформацій основи.

У розділі організації будівництва обґрунтовано загальну тривалість зведення об'єкта, яка за рахунок використання потоково-секційного методу будівництва становить 11 місяців. Розроблено будівельний генеральний план на період зведення надземної частини, розраховано потреби в кадрах, тимчасових будівлях, водо- та електропостачанні.

У технологічному розділі розроблено технологічну карту на виконання внутрішніх високоякісних штукатурних робіт механізованим способом за допомогою штукатурних станцій, що дозволило знизити загальну трудомісткість. Опрацьовано заходи з охорони праці, техніки безпеки при роботі на висоті та вимоги екологічної безпеки згідно з чинними нормативами.

ВСТУП

Кваліфікаційна робота виконується у восьмому семестрі з метою закріплення та поглиблення теоретичних знань і вмінь, набутих здобувачем вищої освіти в процесі засвоєння навчального матеріалу з дисциплін в галузі будівництва та цивільної інженерії [5].

Кваліфікаційна робота є важливим етапом підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» освітньо-професійної програми «Промислове і цивільне будівництво». Вона покликана узагальнити та поглибити знання, здобуті під час навчання, продемонструвати здатність випускника до самостійного вирішення професійних завдань, застосування сучасних методів розрахунку, проектування і технології будівництва [5].

Виконання кваліфікаційної роботи є підсумковим етапом навчання і важливим кроком у формуванні майбутнього фахівця з промислового і цивільного будівництва [5].

Освіта є фундаментальною основою розвитку будь-якого сучасного суспільства, запорукою його економічного, культурного та інтелектуального прогресу. В умовах реформування освітньої системи України та впровадження концепції «Нової української школи», створення мережі сучасних опорних закладів освіти стає одним із пріоритетних державних завдань. Опорний заклад освіти — це не просто місце для отримання знань, а багатофункціональний простір, який виконує освітню, соціокультурну, виховну та спортивну функції для місцевої громади.

В даній кваліфікаційній бакалаврській роботі було розглянуто, спроектовано та розраховано опорний заклад освіти, розташований в м. Чернігів. Ця школа розрахована на 12-ть навчальних класів по 3 паралелі, один такий клас розрахований на 30 місць, сумарна потужність будівлі 1 200 осіб одночасного перебування людей з урахуванням педагогів та персоналу.

У зв'язку із сучасними реаліями, настане час відновлення та забудови зруйнованих міст, що зачепить будівлі та споруди різного призначення, в тому числі і освітні заклади. Оскільки в Чернігові було повністю зруйновано дві школи, що підлягають демонтажу, та понад восьми – зазнали суттєвих пошкоджень і потребують капітального ремонту або реконструкції, даний проєкт налаштований відновити освітню інфраструктуру м. Чернігів, та забезпечити дітей якісною, сучасною освітою.

Проектування нових шкіл в умовах повоєнної відбудови має базуватися на принципі «Build Back Better» (відбудувати краще, ніж було). Це означає, що нові будівлі повинні не лише замінити втрачені, але й перевершувати їх за всіма експлуатаційними, безпековими та енергоефективними показниками. Даний бакалаврський проєкт спрямований саме на вирішення цієї проблеми — відновлення освітньої інфраструктури міста Чернігів та забезпечення дітей безпечним доступом до якісної, сучасної освіти.

В обов'язковому порядку будівля була запроєктована з урахуванням інклюзивності (доступність для мало мобільних груп населення) та вимог цивільного захисту (наявні укриття).

Даний об'єкт був спроєктований, посилаючись на вимоги до освітніх закладів за діючим нормативним документом [ДБН В.2.2-3:2018] «Заклади освіти».

РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНИЙ

1.1 Загальні відомості

Запроєктований об'єкт класифікується згідно [ДБН В.2.2-3:2018] «Заклади освіти» як громадська будівля виховного та навчального призначення, а саме опорний заклад освіти м. Чернігів.

Будівля розміщена в місті Чернігів, Чернігівська область на стику вулиці Гонча та проспектом Перемоги.

Місто Чернігів згідно [ДБН В.1.1-12:2014] «Будівництво у сейсмічних районах України» знаходиться в 6-й зоні інтенсивності струсів на середніх ґрунтах в балах шкали MSK-64, (рис. А.1, додаток А).

1.2 Будівельна кліматологія

Всі кліматичні параметри, що використовуються при проєктуванні даного об'єкта посилаються на нормативний документ [ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010] «Будівельна кліматологія». Необхідні карти районування та таблиці занесені в (додаток Б).

Місто Чернігів знаходиться в І-му архітектурно-будівельному кліматичному районі України, прийнятий за картою (рис. Б.1).

1.2.1 Температура

Приймаємо показники температури повітря за табл. Б.1 згідно І-го кліматичного району:

- середня температура за січень – від -5 до -8 °С;
- середня температура за липень – від 18 до 20 °С;
- абсолютний мінімум – від -37 до -40 °С;
- абсолютний максимум – від 37 до 40 °С.

Температура повітря найхолоднішої п'ятиденки для м. Чернігів згідно табл. Б.2:

- від -27 до -23 °С.

1.2.2 Вітер

Характеристики вітру у січні для І-го кліматичного району див. табл. Б.1:

- переважний напрям вітру – ПдЗ / З;
- від 3 до 4 м/с.

1.2.3 Опади

Приймаємо кліматологічну характеристику опадів для згідно табл. Б.3:

- кількість опадів за рік – 595 мм;
- наявність снігового покриву в січні – 26 днів.

1.2.4 Інші характеристики

Відносна вологість у липні для І-го кліматичного району див. табл. Б.1:

- від 65 до 75%.

1.3 Об'ємно планувальні рішення

1.3.1 Конструктивне рішення будівлі

Обрана конструктивна система для даного об'єкта – стінова зі штучного каменю, оскільки несучими елементами прийнято стіни із цегляної кладки. Цього достатньо щоб забезпечити вертикальне планування об'єкта.

Загальна висота будівлі складає 11,600 м з урахуванням 3-х поверхів над рівнем землі, висота одного поверху 3,600 м та парапету – 0,800 м.

Оскільки над спортивним та харчовим блоком, що мають висоту в два поверхи, не проєктується 3-й поверх, тому будівля має понижену висоту в осях «П – С», між осями «1 – 5» та «10 – 13» – 8,000 м.

При горизонтальному плануванні будівлі, найдоцільнішим, було прийнято, повздовжню конструктивну схему несучих стін, квадратної конфігурації в плані зі системою кільцевого коридору, що створює внутрішній замкнений двір.

При розмірах в крайніх осях – $139,5 \times 138,5$ м, будівля була розрізана деформаційними швами в поперек коридору в здовж осей «4», «5», «9», «10», «Е», «Ж» та «Н».

1.3.2 Загальні характеристики

Будівля запроектована за блочним принципом, що дозволяє чітко розмежувати потоки учнів різних вікових груп та функціональні зони. Школа розподілена на три навчальні зони, розділені поверхами по мірі зросту ступеню навчання. 1-й поверх відведений для початкової школи (І ступень), для середньої та старшої школи (ІІ та ІІІ ступень) – 2-й та 3-й поверх відповідно.

Навпроти вхідної групи 1-го та 2-го поверху розміщено видовищно-спортивну зону (актова та спортивна зала), для проведення громадських заходів.

На -1-му поверсі розміщено цокольні приміщення виробничого призначення (класи ручної праці) та підвальні приміщення для влаштування захисних споруд цивільного захисту (бомбосховище).

1.4 Архітектурно конструктивне рішення

При розрахунку зовнішніх огорожувальних конструкцій на опір теплопередач згідно [ДБН В.2.6-31:2021] «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель», для міста Чернігів приймаємо І-шу температурну зону, (рис. В.1, додаток В).

1.4.1 Стіни

Стіни будівлі виконані з керамічної рядової повнотілої цегли марки М125 за міцністю та за морозостійкістю – F50. Кладка виконується на цементно-піщаний розчин марки М75 [49].

Перев'язка швів цегли виконується однорядною системою. Кожні 5 рядів цегли армуються сіткою [49].

Зовнішні та внутрішні несучі стіни укладаються товщиною в півтори цеглини – 380 мм, для забезпечення необхідної міцності та підвищити теплоізоляцію будівлі.

Несучі стіни вздовж деформаційного шва укладаються двома окремими несучими стінами, товщиною в одну цеглину – 250 мм з простором між ними 100 мм, що заповнюється шаром пінопласту.

Утеплення огорожувальних конструкцій здійснено завдяки утеплювачу на основі мінеральних волокон. По зовнішніх несучих стін передбачено шар 200 мм базальтової вати.

При розрахунок опору теплопередачі зовнішньої стінової огорожувальної конструкції та конструкцій покриття опалювальних приміщень, має виконуватися умова (1.1) [31]:

$$R_{\Sigma \text{пр}} \geq R_{qmin} \quad (1.1)$$

де $R_{\Sigma \text{пр}}$ – приведений опір теплопередачі огорожувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$, що визначається за формулою (1.2) [31];

R_{qmin} – мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі огорожувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$, що приймається згідно з табл. В.1.

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} \quad (1.2)$$

де $\alpha_{\text{в}}, \alpha_{\text{з}}$ – коефіцієнти теплопередачі внутрішньої та зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$, які приймаються згідно з табл. Г.1, додаток Г;

R_i – термічний опір i -го шару конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$, що визначається за формулою (1.3):

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} \quad (1.3)$$

де δ_i – товщина шару огорожувальної конструкції, м;

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, $\text{Вт} / (\text{м} \cdot \text{К})$, що приймається згідно з табл. Г.2.

Розрахунок суми термічного опору $\sum R_i$ окремих шарів стінової конструкції наведено в табл. 1.1:

Таблиця 1.1. Визначення термічного опору елементів стіни

№ Шару	Матеріал	Товщина δ , м	Теплопровідність λ_p , Вт/(м*К)	Термічний опір R , м ² *К/Вт
1	Гіпсова штукатурка	0,03	0,19	0,158
2	Цегляна кладка	0,38	0,81	0,4
3	Пароізоляція	0,002	0,22	0,009
4	Базальтова вата	0,2	0,059	3,39
5	Силікатна штукатурка	0,03	0,18	0,16
Сумарний термічний опір всієї стінової конструкції $\sum R_i$, м ² *К/Вт				4,117

Перевіряємо забезпечення опору теплопередачі $R_{\Sigma \text{пр}}$ зовнішньої стінової огорожувальної конструкції згідно умови (див. форм.1.1):

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{1}{7,6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 * \text{К})} + 4,117 \text{ м}^2 * \text{К}/\text{Вт} + \frac{1}{23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 * \text{К})} \quad (1.4)$$

$$= 4,292 \text{ м}^2 * \text{К}/\text{Вт} \geq R_{qmin} = 4 \text{ м}^2 * \text{К}/\text{Вт}$$

Опір теплопередачі несучої стіни забезпечено.

1.4.2 Перегородки

Перегородки зроблені за тією ж технологією що й несучі стіни з цегли марки М100 та розчину М50 [49].

Товщиною в пів цеглини – 120 мм, а де потрібна додаткова звукоізоляція приміщення – товщина перегородок в одну цеглину – 250 мм.

1.4.3 Двері

Ширина дверного отвору приймалася з урахуванням великого потоку дітей у екстреній ситуації. Всі двері відчиняються в сторону найближчого

евакуаційного виходу. Передбачено пожежний вихід з кожної сходової клітини на першому поверсі, на зовні будівлі (не у внутрішній двір) (табл. 1.2) [17].

Всі двері запроєктовані з металопластику.

Таблиця 1.2. Специфікація дверей

№ Елемента	Позначення	Висота, мм	Ширина, мм	Кількість, шт	Примітка
1-й поверх					
1	ДГ – 8	2000	800	52	
2	ДГ – 9	2000	900	10	
3	ДГ – 10	2000	1000	17	
4	ДГ – 12	2000	1200	2	
5	ДГ – 15	2500	1500	1	Двостулкові
6	ДГ – 20	2500	2000	5	Двостулкові
7	ДГ – 24	2500	2400	2	Двостулкові
2-й поверх					
8	ДГ – 8	2000	800	34	
9	ДГ – 9	2000	900	10	
10	ДГ – 10	2000	1000	17	
11	ДГ – 12	2000	1200	5	
12	ДГ – 20	2500	2000	2	Двостулкові
3-й поверх					
13	ДГ – 8	2000	800	12	
14	ДГ – 9	2000	900	8	
15	ДГ – 10	2000	1000	17	
-1-й поверх					
16	ДГ – 8	2000	800	18	
17	ДГ – 9	2000	900	36	
18	ДГ – 10	2000	1000	5	
19	ДГ – 12	2000	1200	2	

1.4.4 Вікна

Розміри вікон підбиралися з урахуванням забезпечення приміщень необхідною кількістю природнього освітлення (табл. 1.3) [22]:

- для навчальних приміщень – 1/6 від площі підлоги;
- для решти – 1/8 від площі підлоги.

Вікна мають відповідати теплотехнічними вимогами для світлопрозорих огорожувальних конструкцій (див. форм.1.1).

Склопакет підібраний за табл. Г.3 з приведеним опором теплопередачі $R_{\Sigma пр} = 0,94 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, а саме 2-х камерний склопакет заповнений 100% криптоном зі склінням 4М₁-10-4М₁-10-4і.

В спортивних залах вікна мають внутрішню захисну сітку, для захисту скла від попадання м'яча під час занять.

Таблиця 1.3. Специфікація вікон

№ Елемента	Позначення	Висота, мм	Ширина, мм	Кількість, шт	Примітка
1-й поверх					
1	ВО 18 – 9	1800	900	3	
2	ВО 18 – 12	1800	1200	1	
3	ВО 18 – 15	1800	1500	4	
4	ВО 35 – 21	3500	2100	3	
5	ВО 18 – 24	1800	2400	155	
6	ВО 35 – 24	3500	2400	23	
2-й поверх					
7	ВО 18 – 15	1800	1500	4	
8	ВО 18 – 21	1800	2100	4	
9	ВО 18 – 24	1800	2400	161	
10	ВО 35 – 24	3500	2400	8	
3-й поверх					
11	ВО 18 – 15	1800	1500	4	
12	ВО 18 – 21	1800	2100	4	
13	ВО 18 – 24	1800	2400	143	
-1-й поверх					
14	ВО 18 – 15	1800	1500	2	
15	ВО 18 – 21	1800	2100	2	
16	ВО 18 – 24	1800	2400	62	

1.4.5 Перекриття

При проектуванні покриття та елементів підлоги у проєкті об'ємної громадської будівлі необхідно враховувати не лише естетичність, а й вимоги до зносостійкості, екологічності та пожежної безпеки.

В табл. 1.4 наведені типи підлог, що наявні в даному об'єкті, прийняті за [ДБН В.2.6-160:2010] «Покриття підлог».

Таблиця 1.4. Експлікація підлог

Приміщення	№ Шару	Матеріал	Товщина, мм
1	2	3	4
П – 1			
Коридор, рекреаційна зона	1	Паркет дошка (тришарова з лаковим покриттям підвищеної міцності)	15
	2	Підкладка коркова	3
	3	Фанера вологостійка	12
	4	Цементно-піщана стяжка	50
	5	Тепло-звукоізоляція (мінераловатна плита високої щільності)	30
	6	Круглопустотна залізобетонна плита перекриття	220
Загалом Σ			330
П – 2			
Навчальні класи	1	Лінолеум комерційний (гомогенний), клас зносостійкості 33/34	2,5
	2	Клейова мастика	-
	3	Нівелір-маса (самовирівнювальна суміш)	5
	4	Цементно-піщана стяжка	50
	5	Тепло-звукоізоляція (мінераловатна плита високої щільності)	30
	6	Круглопустотна залізобетонна плита перекриття	220
Загалом Σ			307,5

1	2	3	4
П – 3			
Санвузли, душові	1	Керамічна плитка (шорстка)	10
	2	Клейова суміш вологостійка	3
	3	Гідроізоляція (2 шари із заходом на стіни 15 – 20 см)	2
	4	Цементно-піщана стяжка (з ухилом до трапів 2%)	50
	5	Круглопустотна залізобетонна плита перекриття	220
Загалом Σ			285
П – 4			
Їдальня	1	Керамограніт (антиковзкий R10)	10
	2	Клейова суміш для плитки	3
	3	Цементно-піщана стяжка	50
	4	Гідроізоляція	2
	5	Тепло-звукоізоляція (мінераловатна плита високої щільності)	30
	6	Круглопустотна залізобетонна плита перекриття	220
Загалом Σ			315
П – 5			
Спортивна зала	1	Спортивний лінолеум (багатошаровий з амортизуючим шаром)	8
	2	Двошарова фанера	50
	3	Цементно-піщана стяжка	50
	4	Тепло-звукоізоляція (мінераловатна плита високої щільності)	30
	5	Круглопустотна залізобетонна плита перекриття	220
Загалом Σ			358

Для конструкцій перекриття проєктуються круглопустотні плити перекриття (табл. 1.5).

Таблиця 1.5. Специфікація збірних залізобетонних плит перекриття

№ Елемента	Позначення	Ширина, мм	Довжина, мм	Кількість, шт	Примітка
1-й поверх					
1	ПК 33-12-8	1200	3300	373	
2	ПК 60-12-8	1200	6000	348	
3	ПК 69-12-8	1200	6900	172	
4	ПК 72-12-8	1200	7200	111	
2-й поверх					
5	ПК 33-12-8	1200	3300	392	
6	ПК 69-12-8	1200	6900	177	
7	ПК 72-12-8	1200	7200	116	
3-й поверх					
8	ПК 33-12-8	1200	3300	320	
9	ПК 60-12-8	1200	6000	104	
10	ПК 69-12-8	1200	6900	177	
11	ПК 72-12-8	1200	7200	116	

1.4.6 Сходова клітина

Вертикальний зв'язок між поверхами здійснюється за допомогою внутрішніх двомаршових сходових клітин зі збірних залізобетонних маршів та площадок з параметрами [17]:

- ширина маршу – 1,6 м;
- розміри перехідної площадки – $1,8 \times 3,3$ м;
- сходинок в одному марші – 12 шт.

Огородження сходів виконано з металевих стійок та дерев'яних поручнів.

Для забезпечення інклюзивності (доступність для мало мобільних груп населення), передбачено похилий сходовий підйомник.

В будівлі запроєктовано чотири сходові клітини.

1.4.7 Покриття

В даній будівлі спроектовано суміщений дах, тобто не передбачено горища. Тому покриття проектується відразу над приміщеннями 3-го поверху та над спортивним і харчовим блоком, що вимагає достатнього утеплення конструкції покриття.

Теплотехнічний розрахунок для огороджувальної конструкції покриття аналогічний стіновим огороджувальним конструкціям. Повинна виконуватися умова (див. форм.1.1).

Розрахунок суми термічного опору $\sum R_i$ окремих шарів конструкції покриття наведено в табл. 1.6:

Таблиця 1.6. Визначення термічного опору елементів покриття

№ Шару	Матеріал	Товщина δ_i , м	Теплопровідність λ_{ip} , Вт/(м*К)	Термічний опір R_i , м ² *К/Вт
1	Гіпсова штукатурка	0,03	0,19	0,158
2	З/б плита	0,22	2,09	0,105
3	Пароізоляція	0,002	0,22	0,009
4	Базальтова вата	0,38	0,059	6,44
5	Керамзитобетонна стяжка	0,03	0,09	0,3
6	Цементно-піщана стяжка	0,04	0,81	0,049
7	Єврорубероїд	0,008	0,17	0,047
Сумарний термічний опір всієї конструкції покриття $\sum R_i$, м ² *К/Вт				7,108

Перевіряємо забезпечення опору теплопередачі $R_{\Sigma пр}$ конструкції покриття згідно умови (див. форм.1.1):

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{1}{8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 * \text{К})} + 4,058 \text{ м}^2 * \text{К}/\text{Вт} + \frac{1}{23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 * \text{К})} \quad (1.5)$$

$$= 7,266 \text{ м}^2 * \text{К}/\text{Вт} \geq R_{qmin} = 7 \text{ м}^2 * \text{К}/\text{Вт}$$

Опір теплопередачі конструкції покриття забезпечено.

Проектуються круглопустотні плити покриття (табл. 1.7).

Таблиця 1.7. Специфікація збірних залізобетонних плит покриття

№ Елемента	Позначення	Ширина, мм	Довжина, мм	Кількість, шт	Примітка
1	ПК 33-12-8	1200	3300	392	
2	ПК 60-12-8	1200	6000	348	
3	ПК 69-12-8	1200	6900	177	
4	ПК 72-12-8	1200	7200	116	

1.5 Обладнання

1.5.1 Інженерне обладнання

Водопостачання – господарчо-питне від міської мережі. Система гарячого водопостачання передбачена від індивідуального теплового пункту (ІТП) з дублюванням ємнісними електричними водонагрівачами для періоду профілактичних відключень [29].

Каналізація – побутово-господарча в міську мережу [29].

Опалення – центральне водне від міської мережі, двотрубна з нижнім розведенням. Опалювальні прилади – сталеві радіатори.

Вентиляція – припливно-витяжна вентиляція з механічним спонуканням та рекуперацією тепла (для економії енергії) [30].

Електропостачання – власна ТП напругою 330/220 В. Передбачено робоче, аварійне та евакуаційне освітлення.

Слабкострумові мережі – структурована кабельна система (інтернет по всій школі), система пожежної сигналізації та оповіщення, охоронна сигналізація та відеоспостереження.

Інженерне обладнання для устаткування приміщень приймається згідно з [ДСанПіН 5.5.2.008-01] «Держані санітарні правила і норми влаштування, утримання загальноосвітніх навчальних закладів».

1.5.2 Навчальні приміщення

- парти та стільці, що регулюються за висотою під ростові групи учнів;
- робоче місце вчителя;
- інтеракційна мультимедійна дошка з проектором;
- шафи для зберігання матеріалів та особистих речей учнів.

1.5.3 Лабораторії

- спеціалізовані лабораторні столи з хімічно стійким покриттям;
- в кабінетах фізики та хімії до столів підведено електроживлення низької напруги – 42 В;
- у лабораторії хімії додатково передбачена витяжна шафа з примусовою вентиляцією для дослідів та столи з підведенням води і зливом.

1.5.4 Навчально-виробничі приміщення

Навчально-виробничий процес окремо розподілений по статі.

Обладнання для хлопців:

- верстати (деревообробні, металорізальні);
- слюсарні та столярні верстати;
- за кожним верстатом передбачено відсмоктування пилу та стружки.

Обладнання для дівчат:

- побутові швейні машини;
- столи для розкрою;
- мийка;
- кухонні плити;
- холодильник;
- столи для обробки продуктів.

1.5.5 Санвузли

- керамічна сантехніка (унітази, пісюари, умивальники);
- сенсорні змішувачі для економії води;
- диспансери для мила;
- електросушарки для рук;

В кабінці для людей з особливими потребами додатково проектується:

- спеціальні поручні та кнопка виклику допомоги для (МГН);
- біде (для дівчат).

1.5.6 Харчовий блок

Кухню обладнано сучасним технологічним обладнанням:

- пароконвектомати;
- електричні плити;
- котли для варіння;
- марміти для підтримки температури страв;
- холодильні та морозильні камери з роздільним зберіганням продуктів;
- професійні мильні машини тунельного типу.

1.5.7 Клубно-видовищні приміщення

- стаціонарні крісла для глядачів;
- механічна завіса;
- постановочне освітлення (софіти);
- комплект звукопідсилювальної апаратури;
- моторизований проекційний екран.

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ

2.1 Розрахунок та конструювання ферми

Елементом для конструкції перекриття та покриття було обрано металеву ферму, з ряду техніко-економічних показників:

- малі затрати матеріалу;
- висока жорсткість;
- легкість конструкції;
- мобільність доставки на майданчик;
- легкий монтаж;
- можливе прокладання комунікацій;
- довговічність;
- ремонтпридатність.

Розрахунок та конструювання ферми проводиться завдяки програмного комплексу LIRA-FEM (ЛІРА-САПР) 2024 R2.

Даний елемент потрібен для укладання плит покриття та перекриття приміщень між координатними осями «Р – С». Довжина ферми дорівнює ширині приміщення що перекривається – 18 м, розміщені з кроком – 3 м вздовж приміщень.

Розрахунковою фермою було обрано – рівно-поличкову ферму перекриття під клубно-видовищним приміщенням (актова зала) з висотою – 1,2 м.

Кількість секцій ферми прийнято рівною кількості плит. Оскільки плити мають товщину – 1,2 м, то вздовж однієї ферми буде укладатися 15 плит, а одже кількість розкосів становить – 30 шт. та – 16 стійки.

Розрахунок проводиться в 1-й ознаці схеми (два степені вільності у вузлах (переміщення X,Z) XOZ), оскільки ферма сприймає лише повздовжні зусилля у стержнях.

На рис. Е.1, додаток Е зображено скінченно елементну модель прийнятої геометрії ферми з відображенням кріплення ферми до стіни (в'язі).

Оскільки цегляна кладка погано сприймає зосереджені навантаження, прийнято кріпити ферму до залізобетонного армопоясу, завдяки анкерних болтів. Оскільки ферма має великий прольот, прийнято шарнірно-рухоме з'єднання, що буде компенсувати температурні розширення металу. В такому випадку, для розрахункової схеми на опорах задаються в'язі за ступенями вільності, що забороняють переміщення по вертикалі ($Z=0$) на обох кінцях ферми, та – по горизонталі, в здовж ферми ($X=0$) на зовнішній стіні по осі «С».

Через особливості моделювання скінченних елементів (МСЕ), приймаємо попередні характеристики перерізів (жорсткість) стержневих елементів ферми:

- поперечний переріз стержневих елементів – прямокутний;
- переріз полиць ферми – 150×100 мм;
- переріз розкосів – 120×80 мм;
- переріз стійок – 100×50 мм;
- товщина прокату сталі – 5 мм.

Задані параметри стержневим елементам ферми наведено на рис. Е.2.

2.2 Збір навантажень на ферму

Ферма знаходиться під дією постійного навантаження, від власної ваги, ваги конструкції перекриття, та змінного тимчасового навантаження, від устаткування, людей та обладнання.

Для задання навантаження в LIRA-FEM, було прийнято збирати характеристичні (нормативні) значення навантажень.

2.2.1 Збір постійних навантажень

Навантаження від власної ваги елементів в LIRA-FEM збираються автоматично, при цьому задається коефіцієнт надійності за навантаженням, для сталевих конструкцій прийнято – 1,05 за табл. Д.2, додаток Д.

Характеристичне постійне рівномірно розподілене навантаження на 1 м^2 від власної ваги конструкції перекриття розраховується за формулою (2.1):

$$q = \frac{\sum t_i \rho_i g}{1000} \quad (2.1)$$

де t_i – товщина i -го шару підлоги, м;

ρ_i – густина матеріалу i -го шару підлоги, кг/м³ (приймається за табл. Г.2);

g – прискорення вільного падіння, м/с² ($g = 9,81$ м/с²).

Результати розрахунку характеристичного постійного навантаження від основних шарів елементів перекриття q_i винесено до табл. 2.1:

Таблиця 2.1. Визначення характеристичного навантаження від власної ваги перекриття

№ Шару	Матеріал	Товщина t_i , м	Густина ρ_i , кг/м ³	Навантаження g , кН/м ²
1	Цементно-піщана стяжка С16/20	0,05	2400	1,177
2	Круглопустотна залізобетонна плита перекриття	0,22	1800	3,885
Сумарне навантаження $\sum q_{п.р}$				4,573

Збираємо навантаження з рівномірно розподіленого – від власної ваги елементів перекриття, до рівномірного навантаження на 1 п.м., що діє на ферму. Оскільки розрахункова ферма знаходиться в центрі прольоту, вона сприймає навантаження з обох боків, на відстані, половини кроку ферм, що розраховується за формулою (2.2):

$$q_{п.п} = q_{п.р} l_{\phi} = 4,573 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} * 3 \text{ м} = 13,719 \frac{\text{кН}}{\text{м}} \quad (2.2)$$

де l_{ϕ} – крок між фермами, м.

2.2.2 Збір тимчасових навантажень

Характеристичне змінне тимчасове (короткочасне) навантаження на 1 м² від устаткування, людей та обладнання, що діє на перекриття приймається за табл. Д.1:

- зала зборів і нарад, чекання, видовищні і концертні, спортивні – 4 кН/м².

Та за тим самим принципом, як і для навантаження від власної ваги перекриття, збираємо рівномірно розподілене навантаження до рівномірного навантаження на 1 п.м., що діє на ферму (див. форм. 2.2):

$$q_{т.п} = q_{т.р} l_{\phi} = 4 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} * 3 \text{ м} = 12 \frac{\text{кН}}{\text{м}} \quad (2.3)$$

2.2.3 Задання навантажень в програмі

Навантаження задаються на стержні верхнього поясу ферми.

Кожне навантаження різної природи, задаються в різні завантаження з відповідним видом (постійне, короткочасне). Через редактор завантажень, було задано 3 завантаження: власна вага ферми; власна вага перекриття; устаткування та люди.

Для розрахунку було створено таблицю РСЗ (розрахункові сполучення зусиль) (рис. Е.3), де було задано коефіцієнт надійності за граничним навантаженням згідно [ДБН В.1.2-2:2006] «Навантаження і впливи»:

- для власної ваги ферми – 1,05 (див. табл. Д.2);
- для власної ваги перекриття – 1,1 (див. табл. Д.2);
- для устаткування та людей – 1,2 [14].

2.3 Конструювання ферми

Створено варіанти конструювання за РСЗ (рис. Е.4). Розрахунок металевих елементів проводиться за ДБН В.2.6-198:2014.

Далі задаємо параметри матеріалу (конструювання):

- сталь – С295 (рис. Е.5).

Задаємо додаткові характеристики матеріалів. Для полиць ферми та елементів решітки додаємо окремі параметри (рис. Е.6).

Додаємо обмеження підбору, щоб товщина прокату сталі не підбиралася менше ніж – 4 мм (рис. Е.7).

Задані матеріали елементам ферми відображено на рис. Е.8.

2.4 Розрахунок ферми

Виконуємо повний розрахунок моделі.

Спочатку перевіряємо результати статичного розрахунку. При розрахунку ферми нас цікавлять прогини (рис. Ж.1, додаток Ж) та повздовжні зусилля в стержнях (рис. Ж.2).

Далі переходимо до результатів конструювання. Програма видає результати за найбільш не вигідних умов. Перевірка результатів розрахунку ферми проводиться за I-ю групою граничних станів (1ГС) (рис. Ж.3 - а), за II-ю групою граничних станів (2ГС) (рис. Ж.3 - б) та перевіряється місцева стійкість стержнів (МС) (рис. Ж.3 - в). Результати на шкалі відображають відсоток на який забезпечена перевірка, де значення більше 100, вказують на те, що перевірка не проходить.

Як ми можемо бачити, за розрахунком для 2ГС та МС, дана ферма проходить перевірку, але не проходить за 1ГС в центрі прольоту.

В такому випадку перевіряємо результати розрахунку підбору перерізів програмою (рис. Ж.4). Програма підбрала перерізи що задовільняють результати.

Але при цьому якщо звернути увагу на підібрані перерізи (рис. Ж.5), то ми побачимо, що програма підбрала абсолютно різні перерізи для кожного стержня в межах одного елемента ферми, що не є реалістичним. Тому потрібно виконати уніфікацію елементів відповідних жорсткостей (рис. Ж.6). Після чого проводимо розрахунок уніфікації РСЗ, та отримуємо новий підбір перерізів (рис. Ж.7).

Далі необхідно перезадати навантаження від власної ваги та уточнити результати розрахунку (рис. Ж.8).

2.5 Розрахунок основи та фундаментів

Оскільки будівля має стінову конструктивну систему з армо-цеглиних несучих стін, не великої висоти (до 3-х поверхів), ґрунтові умови прийнятні, то було запроєктовано фундамент не глибокого закладання, а саме стрічковий збірний залізобетонний фундамент з плит ФЛ та боків ФБС.

В даній кваліфікаційній бакалаврській роботі розглянуто та розраховано фундаменти лише в осях «А», «Б» та «В», між осями «3 – 4».

Розрахунок проводиться за вказівками діючого нормативного документу [ДБН В.2.1-10:2018] «Основи та фундаменти будівель та споруд».

2.6 Інженерно-геологічні вишукування

Перед проектуванням фундаменту об'єкта має проводитися інженерно-геологічні вишукування згідно [ДБН А.2.1-1:2014] «Інженерні вишукування для будівництва». Після проведення вишукувань ми отримуємо геологічні розрізи та «Технічний звіт про інженерно-геологічні вишукування» [7].

З технічного звіту ми отримуємо рівень ґрунтових вод (РГВ), в даному випадку ми приймаємо глибину – 5,6 м від поверхні землі, та фізико-механічні характеристики кожного шару ґрунту (табл. 2.2) [7].

Таблиця 2.2. Фізико-механічні характеристики

№ Шару	Назва шару	Потужність, м	Густина ρ , г/см ³	Питоме зчеплення c , кПа	Кут внутрішнього тертя φ , °	Модуль деформації E , МПа	Умовний розрахунковий опір R_0 , кПа
1	Рослинний шар (чорнозем)	0,5	1,6	-	-	-	-
2	*Суглинок лесоподібний (напівтвердий)	3,5	1,85	22	20	15	250
3	Пісок середньої крупності	6	1,95	1	32	30	450
4	Глина туго пластична (підстилаючи шар)	7	2,05	45	18	22	400
* Лесоподібний суглинок в цьому регіоні І-го типу ґрунтовим умов (просідання від власної ваги відсутнє).							

В Чернігові нормативна глибина промерзання ґрунтів для суглинків становить – 1,2 м [21].

Висновок по інженерно-геологічних вишукувань: ділянка має прийнятні ґрунтові умови з низьким рівнем ґрунтових вод, для будівництва фундаментів не глибокого закладання. Рекомендовано використовувати несучим шаром №3.

2.7 Глибина закладання фундаменту

Глибина закладання фундаменту приймається згідно вказівок діючого нормативного документу [ДБН В.2.1-10:2018] «Основи та фундаменти будівель та споруд».

Оскільки рівень підводних вод знаходиться достатньо глибоко то глибина закладання підосви фундаменту неглибокого закладання, визначається на основі комплексного аналізу основних факторів мінімальної глибини та приймається за умовою (2.4):

$$d = \max d_{min} \quad (2.4)$$

Основні фактори за якими приймається мінімальна глибина закладання підосви фундаменту неглибокого закладання:

- з конструктивних вимог – щонайменше допустиме значення глибини залягання фундаменту – 0,5 м, оскільки будівля має підвальне приміщення, то глибина приймається від поверхні підлоги підвалу (2.5) [6]:

$$d_{min} = d_b + 0,5 = 2,8 \text{ м} + 0,5 \text{ м} = 3,3 \text{ м} \quad (2.5)$$

де d_b – глибина підвального приміщення від рівня землі, м, ($d_b = 2,8$ м).

- з геологічних умов – фундамент повинен повністю прорізати слабкі верхні шари ґрунту (2.6) [6]:

$$d_{min} = \sum d_{сш} + 0,4 = 0,5 \text{ м} + 3,5 \text{ м} + 0,4 \text{ м} = 4,4 \text{ м} \quad (2.6)$$

де $d_{сш}$ – потужність верхніх слабких шарів ґрунту, м, (в даному випадку це рослинний шар $d_{сш} = 0,5$ м та суглинок лесоподібний $d_{сш} = 3,5$ м).

- з умов промерзання ґрунтів – фундамент має знаходитися нижче рівня промерзання ґрунтів, щоб не виникав ефект «виштовхування» (2.7) [6]:

$$d_{min} = d_f + 0,4 = 1,2 \text{ м} + 0,4 \text{ м} = 1,6 \text{ м} \quad (2.7)$$

де d_f – глибина промерзання ґрунту, м, ($d_f = 1,2$ м).

- з умов закладання водонесучих трубопроводів – оскільки в межах бакалаврської кваліфікаційної роботи не проєктується трубопровід, але відомо, що мінімальна глибина закладання трубопроводу повинна бути нижче рівня промерзання ґрунтів із запасом в 0,5 м, а підшва фундаменту має пролягати на 0,6 м нижче за трубопровід (2.8) [6]:

$$d_{min} = d_f + 0,5 + 0,6 = 1,2 \text{ м} + 0,5 \text{ м} + 0,6 \text{ м} = 2,3 \text{ м} \quad (2.8)$$

- з урахуванням існуючих підземних комунікацій, сусідніх будівель та споруд – оскільки будівля знаходиться на власній ділянці і не межує з сусідніми фундаментами, цей параметр не враховується.

Відповідно до вимог (див. форм. 2.4) глибина закладання підшви фундаменту не глибокого закладання, згідно перелічених факторів, прийнято за геологічних умов – $d = 4,4$ м.

2.8 Збір навантажень на фундаменти

Розрахунок та збір навантажень на фундамент проводиться згідно вказівок діючого нормативу [ДБН В.1.2-2:2006] «Навантаження і впливи».

Оскільки розрахунок та перевірка фундаментів не глибокого закладання проводиться за II-ю групою граничних станів, то збір розрахункових навантажень робиться лише для експлуатаційних значень.

2.8.1 Розрахунок снігового навантаження

Експлуатаційне розрахункове значення рівномірно розподіленого снігового навантаження на 1 м^2 покрівлі визначає за формулою (2.9) [14]:

$$S_e = \gamma_{fe} S_0 C \quad (2.9)$$

де γ_{fe} – коефіцієнт надійності експлуатаційним значенням снігового навантаженням, (прийнято $\gamma_{fe} = 0,88$ за табл. Д.3);

S_0 – характеристичне значення снігового навантаження, Па, що визначається згідно з табл. Д.4 ($S_0 = 1720$ Па);

C – коефіцієнт, що визначається за формулою (2.10):

$$C = \mu C_e C_{alt} = 1 \quad (2.10)$$

де μ – коефіцієнт переходу від ваги снігового покриву на поверхні ґрунту до снігового навантаження на покрівлю (оскільки будівля має односхилий дах з малим ухилом, то $\mu = 1$) [14];

C_e – коефіцієнт, що враховує режим експлуатації покрівлі ($C_e = 1$) [14];

C_{alt} – коефіцієнт географічної висоти ($C_{alt} = 1$) [14].

$$S_e = 0,88 * 1720 \text{ Па} * 1 = 1513,6 \text{ Па} = 1,514 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} \quad (2.11)$$

2.8.2 Навантаження від власної ваги горизонтальних елементів

Визначаємо постійне експлуатаційне рівномірно розподілене навантаження на 1 м^2 від власної ваги елементів перекриття та покриття за тією ж формулою як і для характеристичного значення (див. форм. 2.1).

Оскільки розподіл навантажень q від горизонтальних елементів покриття та перекриття на опори передаються з однаковим плечем на кожному поверсі, то результати розрахунку експлуатаційного постійного навантаження від основних шарів елементів перекриття та покриття q_i зведено до однієї таблиці (табл. 2.3):

Таблиця 2.3. Визначення експлуатаційного навантаження від власної ваги горизонтальних елементів

№ Шару	Матеріал	Товщина t_i , м	Густина ρ_i , кг/м ³	Навантаження g , кН/м ²
1	Цементно-піщана стяжка C16/20	0,04	2400	0,942
2	Керамзитобетонна стяжка	0,03	300	0,088
3	Круглопустотна залізобетонна плита перекриття	0,22	1800	3,885
4	*Цементно-піщана стяжка C16/20	0,05	2400	3*1,177
5	*Круглопустотна залізобетонна плита перекриття	0,22	1800	3*3,885
6	Цементно-піщана стяжка C16/20	0,08	2400	1,884
7	Круглопустотна залізобетонна плита перекриття	0,22	1800	3,885
Сумарне навантаження $\sum q_{e.p.gor}$				25,87
* Оскільки приміщення на 1 ... 3 поверхах мають однакові підлоги, то для спрощення таблиці, розраховується одна конструкція перекриття з множителем – 3.				

2.8.3 Навантаження від власної ваги вертикальних елементів

Постійне експлуатаційне навантаження від власної ваги вертикальних елементів на 1 пог. м. визначається за формулою (2.12):

$$q_{e.п} = \frac{h t \rho g}{1000} \quad (2.12)$$

де h – загальна висота елемента, м;

t – товщина елемента, м;

ρ – густина матеріалу, кг/м³ (приймається за табл. Г.2);

g – прискорення вільного падіння, м/с² ($g = 9,81$ м/с²).

Розраховуємо навантаження від суцільних цегляних несучих стін (див. форм. 2.12):

$$q_{\text{е.п.стін}} = \frac{11,6 \text{ м} * 0,38 \text{ м} * 1800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} * 9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{1000} = 77,837 \frac{\text{кН}}{\text{м}} \quad (2.13)$$

Навантаження від власної ваги фундаментних блоків визначається за тією ж формулою (див. форм. 2.12) як і для суцільного залізобетонного елемента:

$$q_{\text{е.п.фун}} = \frac{3,47 \text{ м} * 0,4 \text{ м} * 2500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} * 9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{1000} = 34,04 \frac{\text{кН}}{\text{м}} \quad (2.14)$$

2.8.4 Розрахунок тимчасових навантажень

Експлуатаційне змінне тимчасове навантаження на 1 м² від устаткування, людей та обладнання, що діє на перекриття, дорівнює характеристичному та приймається за див. табл. Д.1:

- кабінет установ освіти – 2 кН/м²;
- фое, коридори, сходи – 3 кН/м².

Також до експлуатаційних тимчасових навантажень відносять навантаження від власної ваги перегородок [14]. Таке навантаження розраховується так само як і постійне навантаження від власної ваги вертикальних елементів на 1 пог. м. (див. форм. 2.12):

$$q_{\text{е.п.пер}} = \frac{3,33 \text{ м} * 0,25 \text{ м} * 1800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} * 9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{1000} = 14,7 \frac{\text{кН}}{\text{м}} \quad (2.15)$$

Оскільки перегородки в даній будівлі знаходяться перпендикулярно до фундаментів, то прийнято, для спрощення розрахунків, перевести навантаження в розподілене на 1 м² за формулою (2.16):

$$q_{\text{е.р.пер}} = \frac{q_{\text{е.п.пер}}}{a} = \frac{14,7 \frac{\text{кН}}{\text{м}}}{8,3 \text{ м}} = 1,77 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} \quad (2.16)$$

де a – відстань між перегородками, м (в даному випадку $a = 8,3$ м).

2.8.5 Розподіл навантажень на фундамент

Збираємо всі розраховані вище експлуатаційні навантаження, що діють на 1 п.м фундаменту за формулою (2.17):

$$N^{\text{II}} = \sum q_{\text{e.п}} + (S_e + \sum q_{\text{e.р}})l \quad (2.17)$$

де l – розрахункова довжина, м, що дорівнює половині відстані між опорами які сприймають дані навантаження (в даному випадку це половина відстаней між осями фундаментів).

Крок між даними осями різний, тому навантаження на фундаменти вздовж кожної осі буде відрізнятися, за рахунок різних розрахункових довжин.

$$\begin{aligned} N^{\text{II}}_{\text{А}} &= 77,837 + 34,04 + (1,514 + 25,87 + 2 + 1,77) * 3,8 \\ &= 230,26 \frac{\text{кН}}{\text{м}} \end{aligned} \quad (2.18)$$

$$\begin{aligned} N^{\text{II}}_{\text{Б}} &= 77,837 + 34,04 + (1,514 + 25,87 + 2,5 + 1,77) * 5,65 \\ &= 290,72 \frac{\text{кН}}{\text{м}} \end{aligned} \quad (2.19)$$

$$\begin{aligned} N^{\text{II}}_{\text{В}} &= 77,837 + 34,04 + (1,514 + 25,87 + 3 + 1,77) * 1,85 \\ &= 160,1 \frac{\text{кН}}{\text{м}} \end{aligned} \quad (2.20)$$

2.9 Розрахунок фундаменту

Розрахунок фундаментів неглибокого закладання полягає в тому, щоб розрахувати площу підшви фундаменту [21]. Оскільки розрахунок проводиться для 1-го п.м., то площа підшви буде дорівнювати його ширині.

Послідовність розрахунку:

Спочатку розраховується умовна ширина підшви фундаменту за значенням умовного розрахункового опору (див. табл. 2.2) за формулою (2.21):

$$b = \frac{N^{\text{II}}}{R - 20d} \quad (2.21)$$

Далі за отриманою шириною підосви фундаменту, визначаємо фактичний розрахунковий опір за формулою (2.22):

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} [M_{\gamma}k_z b \gamma + M_g d \gamma' + (M_g - 1)d_b \gamma' + M_c c] \quad (2.22)$$

де γ_{c1} , γ_{c2} – коефіцієнти, що враховують вид та стан ґрунтів (для пісків середньої крупності $\gamma_{c1} = 1,4$, $\gamma_{c2} = 1,0$ [6]);

k, k_z – коефіцієнти, що враховують фізичні показники ($k = 1,1$, $k_z = 1,0$ [6]);

M_{γ} , M_g , M_c – коефіцієнти, що залежать від кута внутрішнього тертя φ , та приймається за табл. И.1, додаток И (для даного несучого шару ґрунту з $\varphi = 32^\circ$, $M_{\gamma} = 1,34$, $M_g = 6,34$, $M_c = 8,55$ [6]);

γ – питома вага несучого шару ґрунту, кН/м^3 , що визначається за формулою (2.23);

γ' – середня величина питомої ваги шарів ґрунту, що залягають вище підосви фундаменту, кН/м^3 , визначається за формулою (2.24);

c – питоме щеплення несучого шару ґрунту, кПа ($c = 1,0$ кПа (див. табл. 2.2)).

$$\gamma_3 = \frac{\rho_3 g}{1000} = \frac{1950 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} * 9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{1000} = 19,13 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3} \quad (2.23)$$

$$\begin{aligned} \gamma' &= \frac{\rho_1 + \rho_2 + \rho_3}{3 * 1000} * g = \frac{1600 + 1850 + 1950}{3 * 1000} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} * 9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \\ &= 17,658 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3} \end{aligned} \quad (2.24)$$

де ρ_i – густина ґрунту i -го шару, кг/м^3 (див. табл. 2.2).

Наступним кроком, є визначення фактичної ширини підосви фундаменту за – фактичним розрахунковим опором (див. форм. 2.21).

Після чого проводиться перевірка отриманих значень ширини підосви фундаментів, різниця між значеннями має не перевищувати 5%, якщо перевірка

не проходить, то виконується повторне уточнення значень за новими результатами. Процедура розрахунку проводиться до тих пір, до поки різниця результатів не буде відповідати мінімально допустимому.

Після отримання остаточного значення ширини підшви фундаменту, приймається стандартний розмір ФЛ.

2.9.1 По осі «А»

$$b_{A0} = \frac{230,26 \frac{\text{кН}}{\text{м}}}{450 \text{ кПа} - 20 * 4,4 \text{ м}} = 0,64 \text{ м} \quad (2.25)$$

$$R_{A1} = \frac{1,4 * 1}{1,1} [1,34 * 1 * 0,64 * 19,13 + 6,34 * 4,4 * 17,658 + (6,34 - 1) * 2,8 * 17,658 + 8,55 * 1] = 994,37 \text{ кПа} \quad (2.26)$$

$$b_{A1} = \frac{230,26 \frac{\text{кН}}{\text{м}}}{994,37 \text{ кПа} - 20 * 4,4 \text{ м}} = 0,25 \text{ м} \quad (2.27)$$

Перевірка:

$$\frac{0,64 \text{ м} - 0,25 \text{ м}}{0,64 \text{ м}} * 100\% = 60,9\% > 5\% \quad (2.28)$$

Умова не забезпечена.

$$R_{A2} = \frac{1,4 * 1}{1,1} [1,34 * 1 * 0,25 * 19,13 + 6,34 * 4,4 * 17,658 + (6,34 - 1) * 2,8 * 17,658 + 8,55 * 1] = 981,64 \text{ кПа} \quad (2.29)$$

$$b_{A2} = \frac{230,26 \frac{\text{кН}}{\text{м}}}{981,64 \text{ кПа} - 20 * 4,4 \text{ м}} = 0,26 \text{ м} \quad (2.30)$$

Перевірка:

$$\frac{0,26 \text{ м} - 0,25 \text{ м}}{0,26 \text{ м}} * 100\% = 3,8\% > 5\% \quad (2.31)$$

Умова забезпечена.

Конструктивно приймаємо плиту ФЛ із шириною підосви – 0,8 м.

2.9.2 По осі «Б»

$$b_{Б0} = \frac{290,72 \frac{\text{кН}}{\text{м}}}{450 \text{ кПа} - 20 * 4,4 \text{ м}} = 0,8 \text{ м} \quad (2.32)$$

$$R_{Б1} = \frac{1,4 * 1}{1,1} [1,34 * 1 * 0,8 * 19,13 + 6,34 * 4,4 * 17,658 + (6,34 - 1) * 2,8 * 17,658 + 8,55 * 1] = 999,59 \text{ кПа} \quad (2.33)$$

$$b_{Б1} = \frac{290,72 \frac{\text{кН}}{\text{м}}}{999,59 \text{ кПа} - 20 * 4,4 \text{ м}} = 0,32 \text{ м} \quad (2.34)$$

Перевірка:

$$\frac{0,8 \text{ м} - 0,32 \text{ м}}{0,8 \text{ м}} * 100\% = 60\% > 5\% \quad (2.35)$$

Умова не забезпечена.

$$R_{Б2} = \frac{1,4 * 1}{1,1} [1,34 * 1 * 0,32 * 19,13 + 6,34 * 4,4 * 17,658 + (6,34 - 1) * 2,8 * 17,658 + 8,55 * 1] = 983,93 \text{ кПа} \quad (2.36)$$

$$b_{Б2} = \frac{290,72 \frac{\text{кН}}{\text{м}}}{983,93 \text{ кПа} - 20 * 4,4 \text{ м}} = 0,32 \text{ м} \quad (2.37)$$

Після уточнення результатів розрахунку, ширина підосви не змінилася.

Конструктивно приймаємо плиту ФЛ із шириною підосви – 0,8 м.

2.9.3 По осі «В»

$$b_{B0} = \frac{160,1 \frac{\text{кН}}{\text{м}}}{450 \text{ кПа} - 20 * 4,4 \text{ м}} = 0,44 \text{ м} \quad (2.38)$$

$$R_{B1} = \frac{1,4 * 1}{1,1} [1,34 * 1 * 0,44 * 19,13 + 6,34 * 4,4 * 17,658 + (6,34 - 1) * 2,8 * 17,658 + 8,55 * 1] = 987,84 \text{ кПа} \quad (2.39)$$

$$b_{B1} = \frac{160,1 \frac{\text{кН}}{\text{м}}}{987,84 \text{ кПа} - 20 * 4,4 \text{ м}} = 0,18 \text{ м} \quad (2.40)$$

Перевірка:

$$\frac{0,44 \text{ м} - 0,18 \text{ м}}{0,44 \text{ м}} * 100\% = 59,1\% > 5\% \quad (2.41)$$

Умова не забезпечена.

$$R_{B2} = \frac{1,4 * 1}{1,1} [1,34 * 1 * 0,18 * 19,13 + 6,34 * 4,4 * 17,658 + (6,34 - 1) * 2,8 * 17,658 + 8,55 * 1] = 979,35 \text{ кПа} \quad (2.42)$$

$$b_{B2} = \frac{160,1 \frac{\text{кН}}{\text{м}}}{979,35 \text{ кПа} - 20 * 4,4 \text{ м}} = 0,18 \text{ м} \quad (2.43)$$

Після уточнення результатів розрахунку, ширина підосви не змінилася.

Конструктивно приймаємо плиту ФЛ із шириною підосви – 0,8 м.

2.10 Деформація ґрунтової основи

Після розрахунку ширини підшви фундаменту необхідно виконати перевірку основи на деформації та осадку [21]. Розрахунок проводиться для найбільш завантаженого фундаменту, в нашому випадку по осі «Б».

Для початку визначаємо потужність розбивки елементарних шарів ґрунту за формулою (2.44):

$$h = 0,4b = 0,4 * 0,8 \text{ м} = 0,32 \text{ м} \quad (2.44)$$

Далі визначаємо відстань на яку заглиблюється фундамент відносно підшви попереднього шару ґрунту (2.45):

$$h' = d - \sum h_i = 4,4 \text{ м} - 0,5 \text{ м} - 3,5 \text{ м} = 0,4 \text{ м} \quad (2.45)$$

Визначаємо напруження від питомої ваги ґрунту, на підшві кожного шару:

- на підшві першого шару (2.46):

$$\sigma_{zg1} = \frac{\rho_1 g h_1}{1000} = \frac{1600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} * 9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} * 0,5 \text{ м}}{1000} = 7,85 \text{ кПа} \quad (2.46)$$

- на підшві другого шару (2.47):

$$\begin{aligned} \sigma_{zg2} &= \sigma_{zg1} + \frac{\rho_2 g h_2}{1000} = 7,85 \text{ кПа} + \frac{1850 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} * 9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} * 3,5 \text{ м}}{1000} \\ &= 71,37 \text{ кПа} \end{aligned} \quad (2.47)$$

- на підшві фундаменту (2.48):

$$\begin{aligned} \sigma_{zg0} &= \sigma_{zg2} + \frac{\rho_3 g h'}{1000} = 7,85 \text{ кПа} + \frac{1950 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} * 9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} * 0,4 \text{ м}}{1000} \\ &= 79,02 \text{ кПа} \end{aligned} \quad (2.48)$$

- на підшві третього шару (2.49):

$$\begin{aligned}\sigma_{zg3} &= \sigma_{zg2} + \frac{\rho_3 g h_3}{1000} = 7,85 \text{ кПа} + \frac{1950 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} * 9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} * 6 \text{ м}}{1000} \\ &= 186,14 \text{ кПа}\end{aligned}\quad (2.49)$$

Напруження, що передаються від фундаменту на ґрунти (2.50):

$$\sigma_{mt} = \frac{N_{\text{Б}}^{\text{II}}}{b} = \frac{290,72 \frac{\text{кН}}{\text{м}}}{0,8 \text{ м}} = 363,4 \text{ кПа} \quad (2.50)$$

Додаткове напруження (2.51):

$$\sigma_{zp0} = \sigma_{mt} - \sigma_{zg0} = 363,4 \text{ кПа} - 79,02 \text{ кПа} = 284,38 \text{ кПа} \quad (2.51)$$

Визначаємо сумарне осідання ґрунтової основи, розрахунок винесено до (табл. 2.4), де:

ξ – коефіцієнт, що визначається за формулою (2.52):

$$\xi = \frac{2z_i}{b} \quad (2.52)$$

α – коефіцієнт що визначається за табл. И.2 ;

S_i – осадка кожного елементарного шару, що визначається за формулою (2.53):

$$\xi = \frac{\sigma_{zp.сер} * h_i}{E_i} * 0,8 \quad (2.53)$$

Розрахунок проводиться для кожного елементарного шару від підосви фундаменту до нижньої грані стиснутої зони (точка в якій виконується умова (2.54)):

$$\sigma_{zp.i} \leq 0,2\sigma_{zg.i} \quad (2.54)$$

При розрахунку осідання має виконуватися умова (2.55):

$$\sum S_i < S_u \quad (2.55)$$

де S_u – граничне осідання ґрунту.

Таблиця 2.4. Розрахунок осідання ґрунтової основи

№ шару	Відмітка низу елементарного шару z_i , м	ζ	α	$\sigma_{zg.i}$, кПа	$\sigma_{zp.i}$, кПа	$\sigma_{zp.cер}$, кПа	E_i , кПа	h_i , см	S_i , см
0	0	0	1	79,02	284,38	267,46	30000	32	0,23
1	0,32	0,8	0,881		250,54	216,56	30000	32	0,18
2	0,64	1,6	0,642		182,57	159,11	30000	32	0,14
3	0,96	2,4	0,477		135,65	121,00	30000	32	0,10
4	1,28	3,2	0,374		106,36	96,69	30000	32	0,08
5	1,60	4,0	0,306		87,02	80,20	30000	32	0,07
6	1,92	4,8	0,258		73,37	68,39	30000	32	0,06
7	2,24	5,6	0,223		63,42	59,58	30000	32	0,05
8	2,56	6,4	0,196		55,74	52,75	30000	32	0,05
9	2,88	7,2	0,175		49,77	47,35	30000	32	0,04
10	3,20	8,0	0,158		44,93	42,80	30000	32	0,04
11	3,52	8,8	0,143		40,67	39,10	30000	32	0,03
12	3,84	9,6	0,132		37,54	36,12	30000	32	0,03
13	4,16	10,4	0,122		34,69	33,41	30000	32	0,03
14	4,48	11,2	0,113	164,72	32,13	31,14	30000	32	0,03
Сумарна осадка ґрунтової основи $\sum S_i$, см									1,15

$$\sum S_i = 1,15 \text{ см} < S_u = 2 \text{ см} \quad (2.56)$$

Умова виконана.

РОЗДІЛ 3. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

3.1 Загальні відомості

Даний розділ розроблений для визначення оптимальної послідовності та методів зведення об'єкта, а саме опорного закладу освіти, що буде розміщуватися в місті Чернігів. Це забезпечить введення будівлі в експлуатацію за встановленими термінами з дотриманням високої якості робіт та вимог безпеки працівників.

Основне завдання організації будівництва, раціонально поєднати просторові та часові параметри будівництва, а саме:

- обґрунтування черговості виконання робіт;
- розрахунок потреби у ресурсах;
- організувати роботу на робочому майданчику.

При розробці організаційних рішень та порядку планування враховано вимоги діючого нормативного документу [ДБН А.3.1-5:2016] «Організація будівельного виробництва».

Проектні рішення спрямовані на комплексну механізацію процесів та мінімізацію впливу на навколишнє середовище в умовах міської забудови.

3.2 Нормативна тривалість будівництва

Нормативний термін будівництва даного об'єкта визначається з метою встановлення допустимого часу, за який держава дозволяє побудувати такий об'єкт з виконання всього комплексу робіт — від підготовчого періоду до введення будівлі в експлуатацію [8].

Нормативна тривалість будівництва визначається згідно діючого нормативного документу [ДСТУ Б А.3.1-22:2013] «Визначення тривалості будівництва об'єктів». Відповідно до класифікації за ним, опорний заклад освіти належить до категорії «Будівлі установ освіти та навчальних закладів». Основним показником для визначення тривалості для такого типу будівель є їхня місткість [37].

Нормативна тривалість будівництва $T_{\text{заг}}$ складається з періодів [37]:

- підготовчий $T_{\text{підг}}$ – включає роботи з розчищення території, облаштування тимчасових доріг, підведення мереж та встановлення тимчасових споруд;
- основний $T_{\text{осн}}$ – зведення підземної та надземної частин будівлі, монтаж інженерних систем та внутрішнє оздоблення;
- монтаж устаткування $T_{\text{мон}}$ – час на встановлення обладнання та монтаж технологічного устаткування (йде паралельно з оздоблювальними роботами).

Нормативна тривалість та періоди будівництва для даної будівлі виписано до табл. 3.1:

Таблиця 3.1. Нормативна тривалість будівництва

№	Показники	Одиниці виміру	Значення
1	Потужність	осіб	1200
2	Загальна тривалість будівництва, $T_{\text{заг}}$	місяців	11
2.1	- підготовчий період, $T_{\text{підг}}$	місяців	1,5
2.2	- основний період, $T_{\text{осн}}$	місяців	9,5
2.3	- монтаж устаткування, $T_{\text{мон}}$	місяців	2

3.3 Організаційно-технічна схема

Організаційно-технічна схема зведення даної будівлі базується на потоковості та поділу об'єкта на окремі захватки (ділянки), що дозволяє максимально сумістити окремі процеси та забезпечити рівномірне використання трудових ресурсів і техніки.

Враховуючи значні розміри будівлі в осях ($139,5 \times 138,5$ м), будівництво передбачається здійснювати за секційним методом. Об'єкт поділяється на 4 основні блоки по граням квадрата, що ідуть в здовж осей: «1», «13», «А» та «С» відповідно. Кожен такий блок ділиться на 3 захватки, у межах кожної деформаційної зони.

За горизонтальним напрямком роботи на кожному поверсі, виконуються послідовно за годинниковою стрілкою, переходячи з однієї захватки на іншу після завершення відповідного циклу робіт. У межах кожного блоку, процес не залежить один від одного.

Зведення відбувається поперехово, з низу в гору. Коли муляр завершує мурування першого захвату та переходить на наступний, в межах свого блоку, за ним на попередньому захваті, монтажник монтує плити перекриття.

Основні цикли виконання робіт [8]:

- підготовчий період – включає інженерну підготовку території, влаштування тимчасових доріг та мереж;
- 0-й цикл – розробка котловану, влаштування фундаментів та перекриття над підвальним поверхом;
- надземний цикл – зведення несучих цегляних стін та перегородок, монтаж збірних залізобетонних плит перекриття, встановлення віконних блоків (після зведення стін чергового поверху);
- опоряджувальний цикл – штукатурні роботи, влаштування підлог та внутрішнє оздоблення.

3.4 Методи виконання робіт

Вибір методів виконання робіт ґрунтується на необхідності забезпечення високої якості будівництва, дотримання термінів в 11 місяців та максимальної механізації трудомістких процесів.

3.4.1 Земляні роботи та зведення підземної частини

Розробка ґрунту виконується екскаваторами типу «зворотна лопата» з навантаженням на автосамоскиди для вивезення зайвого ґрунту та переміщенням у тимчасові кавальєри для наступної зворотної засипки.

Для збірних залізобетонних фундаментів, влаштування використовується самохідний кран. Монтаж ведеться з при об'єктного складу.

Зворотна засипка здійснюється бульдозерами з пошаровим ущільненням ґрунту пневматичними трамбівками в місцях, недоступних для великогабаритної техніки.

3.4.2 Зведення несучих та огорожувальних конструкцій

Цегляні стіни товщиною – 380 мм зводяться вручну за багаторядною системою перев'язки швів. Організація місця відбувається подачею цегли на піддонах та розчину в ящиках, баштовим краном безпосередньо на робоче місце мулярів.

Арматурні роботи у місцях прилягання перегородок до стін та в кутах виконується сталевими сітками згідно з проєктом для забезпечення сейсмостійкості та жорсткості конструкції.

3.4.3 Монтажні роботи

Багатопустотні плити перекриття монтують на шар свіжовикладеного розчину товщиною 10–15 мм. Після вивірки положення плит виконується зварювання анкерів та замонолічування швів цементно-піщаним розчином тієї ж марки як і для цегли – М100.

Встановлення збірних залізобетонних перемичок над віконними та дверними прорізами виконується в ході кладки стін.

3.4.4 Покрівельні та ізоляційні роботи

Паро- та теплоізоляція виконується після очищення поверхні плит перекриття, утеплювач вкладаються «насухо» з щільним приляганням одна до одної. Покрівельний килим влаштування рулонної покрівлі (з використанням наплавлюваних матеріалів) проводиться методом наплавлення за допомогою газових пальників, особлива увага приділяється місцям примикання до парапетів та водовідвідних лійок [45].

3.4.5 Опоряджувальні роботи

Внутрішні поверхні стін та перегородок оштукатурюються механізованим способом за допомогою штукатурних станцій, це дозволяє суттєво прискорити підготовку приміщень під фінішне оздоблення.

Встановлення віконних блоків, проводиться паралельно з загальнобудівельними роботами, після того, як муляр переходить на наступний поверх для закриття теплового контуру будівлі.

Влаштування цементно-піщаних стяжок для підлог виконується з використанням бетоно-насосів.

3.5 Вибір монтажних кранів

Вибір монтажного крана здійснюється на основі трьох основних параметрів: необхідної вантажопідйомності $Q_{необ}$, максимальної висоти підйому гака $H_{необ}$ та необхідного вильоту стріли $L_{необ}$.

3.5.1 Визначення розрахункових параметрів

Вантажопідйомність $Q_{необ}$ визначається за формулою (3.1):

$$Q_{необ} = P_{ел} + P_{осн} = 3,2 \text{ т} + 0,15 \text{ т} = 3,35 \text{ т} \quad (3.1)$$

де $P_{ел}$ – вага найважчого елемента, т (для даного об'єкта це збірна залізобетонна плита перекриття $P_{ел} = 3,2 \text{ т}$);

$P_{осн}$ – вага вантажозахоплювальних пристроїв (стропи $P_{осн} = 0,15 \text{ т}$).

Висота підйому $H_{необ}$ розраховується за формулою (3.2):

$$H_{необ} = h_{буд} + h_{зап} + h_{вант} = 11,6 \text{ м} + 2 \text{ м} + 3,9 \text{ м} = 17,5 \text{ м} \quad (3.2)$$

де $h_{буд}$ – загальна висота будівлі, м ($h_{буд} = 11,6 \text{ м}$);

$h_{зап}$ – запас висоти, м ($h_{зап} = 2 \text{ м}$);

$h_{вант}$ – висоти вантажу зі стропами, м ($h_{вант} = 3,9 \text{ м}$).

Виліт стріли $L_{\text{необ}}$ оскільки ширина будівлі становить майже 140 м, а крани розташовуються по периметру, необхідний виліт має покривати половину ширини корпусу плюс відстань від осі крана до будівлі (3.3):

$$L_{\text{необ}} = 0,5 * B + l_{\text{відст}} = 0,5 * 140 \text{ м} + 5 \text{ м} = 75 \text{ м} \quad (3.3)$$

де B – ширина будівлі в осях, м (орієнтовно $B \approx 140$ м);

$l_{\text{відст}}$ – відстань від осі крана до будівлі, м ($l_{\text{відст}} = 5$ м).

Для раціоналізації прийнято використання 4-х кранів з вильотом стріли близько 40 – 45 м кожен, що дозволяє повністю перекрити зону забудови.

3.5.2 Вибір марки крана

На основі розрахунків обрано баштовий кран Liebherr 202 EC-B 10, який відповідає технічним вимогам за всіма параметрами (табл. 3.2) [4]:

Таблиця 3.2. Технічні характеристики крана (Liebherr 202 EC-B 10)

№	Параметри	Одиниці виміру	Значення
1	Максимальна вантажопідйомність	т	10
2	Вантажопідйомність на макс. вильоті	т	1,75
3	Максимальний виліт стріли	м	45
4	Максимальна висота підйому	м	до 64
5	Тип основи		Стаціонарний на анкерах

3.5.3 Обґрунтування кількості та розміщення

Для забезпечення нормативних термінів будівництва в 11 місяців та охоплення всієї площі будівлі, крани розміщуються з чотирьох сторін будівлі, що дозволяє уникнути «мертвих зон» на захватках, одночасно виконувати кладку стін на 4-х різних ділянках та забезпечити безпечну роботу шляхом координації радіусів обертання стріл.

3.6 Календарний графік виконання робіт

Календарний графік розроблений з метою встановлення послідовності та термінів виконання робіт, координації роботи підрядних організацій та забезпечення своєчасного введення об'єкта в експлуатацію.

Графік оптимізовано за критерієм рівномірності руху робочих кадрів. Максимальна кількість працюючих припадає на 8 – 10 місяці, коли роботи на об'єкті ідуть до завершення та суміщається багато різних процесів.

В основу плану покладено потоковий метод організації робіт. Більшість процесів виконуються у дві зміни для дотримання директивного терміну.

Розрахунок тривалості окремих процесів виконано на основі діючих норм «Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи» (РЕКН) та розробленої відомості обсягів робіт.

Даний календарний графік винесено до 6-го листа креслень А1.

3.7 Кадри та тимчасові будівлі

Організація будівельного майданчика передбачає забезпечення працюючих необхідними санітарно-побутовими умовами та створення складського господарства для безперебійного постачання матеріалів [8].

Розрахунок необхідної кількості адміністративного персоналу та площі тимчасових споруд проводиться за [ДБН А.3.1-5:2016] «Організація будівельного виробництва».

3.7.1 Розрахунок чисельності персоналу

Загальна кількість персоналу на майданчику $N_{\text{заг}}$ розраховується за формулою (3.4):

$$N_{\text{заг}} = k(N_{\text{роб}} + N_{\text{ітр}} + N_{\text{служ}} + N_{\text{мон}}) \quad (3.4)$$

де k – коефіцієнт, що враховує відпустки та хвороби ($k = 1,05$);

$N_{\text{роб}}$ – максимальна кількість робітників за графіком ($N_{\text{роб}} = 138$ осіб);

$N_{\text{ітр}}$ – інженерно-технічні працівники (12% від $N_{\text{роб}}$, $N_{\text{ітр}} = 17$ осіб);

$N_{\text{служ}}$ – службовці (5% від $N_{\text{роб}}$, $N_{\text{служ}} = 7$ осіб);

$N_{\text{мон}}$ – молодший обслуговуючий персонал та охорона (2% від $N_{\text{роб}}$, $N_{\text{мон}} = 3$ осіб);

$$N_{\text{заг}} = 1,05 * (138 + 17 + 7 + 3) = 173 \text{ осіб} \quad (3.5)$$

За результатами розрахунку ми отримали 173 загальну кількість робітників, що будуть працювати на даному об'єкті.

3.7.2 Розрахунок площ тимчасових будівель

Площа тимчасових будівель залежить від нормативного показника на одну людину [2]. Результати розрахунку винесені до табл. 3.3:

Таблиця 3.3. Розрахунок площ тимчасових споруд

№	Тип будівлі	Норматив на площа, м ² /чол	Кількість людей (категорія)	Розрахункова площа, м ²	Прийнята будівля (тип, габарити)
1	Контора	4,0	17 (ІТР)	68	Вагон-будинок (9х3 м) — 3 шт.
2	Гардеробна	0,7	138 (Робітники)	96,6	Блок-контейнер (6х2.4 м) — 8 шт.
3	Приміщення для обігріву	0,1	138 (Робітники)	13,8	Суміщено з гардеробною
4	Приміщення для їжі	1,0	57,6 (1/3 від $N_{\text{заг}}$)	57,6	Їдальня-раздаточна (блок-модуль)
5	Душова	0,54	11 сіток (1 на 15 чол.)	6	Блок-контейнер з обладнанням
6	Вбиральня	0,1	173 (Всі)	17,3	Пересувні кабінки — 6 шт.
7	Склад інструментів	-	-	30	Контейнер 20-футовий — 2 шт.

3.7.3 Тимчасові склади

Враховуючи великі габарити будівлі, було прийнято розосереджене складування матеріалів біля кожного блоку роботи кранів.

Передбачено відкриті майданчики – для зберігання цегли на піддонах, блоків ФБС, плит ФЛ та плит перекриття, що розташовані в зоні дії кранів.

Запас матеріалів беремо на 5 днів роботи для кожного блоку незалежно. Площа таких складських зон – 600 м² вздовж під'їзних шляхів.

Матеріали розміщуються з урахуванням технологічної послідовності монтажу та використання, щоб уникнути зайвих поворотів стріли.

Для зберігання сухих сумішей, віконних профілів, фасадного утеплювача та електрики передбачені закриті склади площею 150 м².

3.8 Тимчасові мережі

Тимчасові мережі необхідні для забезпечення безперебійної роботи техніки та побутового містечка. Розрахунок тимчасових мереж виконується на основі пікових потреб під час найінтенсивнішого періоду будівництва.

3.8.1 Електропостачання

Тимчасова мережа виконується за системою TN-S із обов'язковим влаштуванням контурів заземлення для кранів та комплектування трансформаторної підстанції (КТП) згідно [ПВЕ:2017] «Правила улаштування електроустановок».

Розрахунок необхідної потужності трансформатора $S_{тр}$ виконується за сумарною встановленою потужністю споживачів (3.6):

$$S_{тр} = 1,1 \left(k_1 \frac{\sum P_c}{\cos \varphi} + k_2 P_T + k_3 P_{oc.вн} + k_4 P_{oc.зов} \right) \quad (3.6)$$

де k_n – коефіцієнти попиту, що залежить від споживача ($k_1 = 0,3$; $k_2 = 0,8$; $k_3 = 0,8$; $k_4 = 1,0$);

$\cos\varphi$ – потужність (приймається усереднене значення $\cos\varphi = 0,75$);

P_c – споживання електроенергії силових споживачів, кВт (4 баштові крани по – 40 кВт та 4 штукатурні станції по – 15 кВт, зварювальні пости, підйомники по – 20 кВт);

P_T – споживання електроенергії на технічні потреби, кВт (приймаємо умовне значення – 20 кВт);

$P_{oc.вн}$, $P_{oc.зов}$ – споживання електроенергії на внутрішнє та зовнішнє освітлення відповідно (орієнтовно дорівнює $P_{oc.вн} = 15$ кВт та $P_{oc.зов} = 20$ кВт) [51].

$$S_{тр} = 1,1 * \left(0,3 * \frac{260}{0,75} + 0,8 * 20 + 0,8 * 15 + 1 * 20 \right) = 167,2 \text{ кВт} \quad (3.7)$$

Приймаємо комплексну трансформаторну підстанцію зовнішньої установки (КТП) потужністю 250 кВт. Це забезпечує необхідний запас потужності для пікових навантажень та додатковий запас.

3.8.2 Водопостачання

Розрахунок загальної потреби у воді $Q_{заг}$ виконується за формулою (3.6) згідно [ДБН В.2.5-74:2013] «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування»:

$$Q_{заг} = Q_{вир} + Q_{госп} + Q_{пож} \quad (3.6)$$

де $Q_{вир}$ – витрата води на виробничі потреби, л/с (зважаючи на обсяги робіт прийнято розрахункову витрату $Q_{вир} = 1,5$ л/с);

$Q_{госп}$ – витрата води на господарчо-побутові потреби, л/с, що визначається за формулою (3.7);

$Q_{пож}$ – витрата води на протипожежні потреби, л/с, для будівельного майданчика площею понад 10 га витрата на пожежогасіння приймається мінімально 15 л/с [12].

$$Q_{\text{госп}} = \frac{N_{\text{заг}} * P_1 * K_1}{8 * 3600} + \frac{N_{\text{заг}} * P_2}{t * 60} \quad (3.7)$$

де P_1 – норма води на 1 особу, л ($P_1 = 15$ л);

P_2 – норма води на 1-го користувача душем, л ($P_2 = 30$ л);

K_1 – коефіцієнт нерівномірності споживання ($K_1 = 2,7$);

t – час використання душу, хв ($t = 45$ хв).

$$Q_{\text{госп}} = \frac{173 * 15 \text{ л} * 2,7}{8 * 3600} + \frac{173 * 30 \text{ л}}{45 \text{ хв} * 60} = 2,16 \text{ л/с} \quad (3.8)$$

$$Q_{\text{заг}} = 1,5 + 2,16 + 15 = 18,66 \text{ л/с} \quad (3.9)$$

За отриманими результатами загальної потреби води, визначаємо необхідний діаметр тимчасового трубопроводу d за формулою (3.10):

$$d = \sqrt{\frac{4 * Q_{\text{заг}} * 1000}{\pi * v}} = \sqrt{\frac{4 * 18,66 * 1000}{\pi * 1,5}} = 125,85 \text{ мм} \quad (3.10)$$

де v – швидкість руху води, м/с ($v = 1,5$ м/с).

За розрахунками прийнято сталеву трубку діаметром – 125 мм.

3.9 Будівельний генеральний план

Будівельний генеральний план (БГП) розроблений на період зведення надземної частини будівлі, а саме зведення стін з цегляної кладки та монтаж перекриттів, оскільки цей період характеризується найбільшою насиченістю технікою та персоналом.

Будгенплан виконується згідно з вимог [ДБН А.3.1-5:2016] «Організація будівельного виробництва», в тому числі принципи мінімізації протяжності тимчасових інженерних мереж та доріг, розміщення побутового містечка за межами небезпечних зон роботи кранів.

Тимчасові дороги для спецтехніки запроектовані двосмуговими, шириною – 6 м, та забезпечені як наскрізним проїздом, так і кільцевим, для забезпечення безперебійного руху самоскидів та бетоновозів. Радіус повороту доріг – 12 м.

Основним механізмом на майданчику є чотири баштові крани марки Liebherr 202 EC-B 10, що було прийнято раніше.

Основними зонами роботи кранів є робоча зона $R_{роб}$, що приймається за максимальним вильотом стріли (для даного крану $R_{роб} = 45$ м). Та небезпечна зона роботи крана $R_{неб}$, ця зона розраховується за формулою (3.11) [9]:

$$R_{неб} = R_{max} + 0,5 * L_{max} + L_{відл} = 45 + 0,5 * 8 + 7 = 56 \text{ м} \quad (3.11)$$

де R_{max} – максимальний виліт стріли, м;

L_{max} – найбільший габарит вантажу, м (в даному випадку це плити перекриття, до 8 м);

$L_{відл}$ – відстань можливого відльоту вантажу при падінні, м ($L_{відл} = 7$ м).

Будівельний майданчик огорожується інвентарним парканом заввишки 2,0 м. На в'їзді встановлюється інформаційний щит, схема руху транспорту та пункти мийки коліс [39].

3.10 Техніко-економічні показники

Техніко-економічна оцінка розробленого календарного плану будівництва опорного закладу освіти проводиться шляхом порівняння проєктних показників із нормативними типових проєктів, що демонструє ефективність прийнятих рішень щодо термінів, трудомісткості та використання ресурсів. Порівняльні значення винесені до табл. 3.4:

Таблиця 3.4. Порівняння техніко-економічних показників

№	Показник	Одиниця виміру	Значення		Відхилення, %
			Проектне	Нормативне	
1	Тривалість будівництва	місяць	11,0	11,0	0
2	Загальна трудомісткість	люд-дн	16 861	17 200	-1,9
3	Питома трудомісткість на 1 м ³	люд-дн/м ³	0,087	0,09	-3,3
4	Коефіцієнт нерівномірності руху кадрів K_n	-	2,24	1,5 – 2,0	+12
5	Рівень механізації основних робіт	%	92	90	+2,2
6	Виробіток на одного робітника	м ² /люд-дн	3,48	3,30	+5,4

Проектна тривалість та нормативна повністю співпадають, що досягнуто завдяки поточному методу організації робіт та використанню 12-ти технологічних захваток. Це дозволяє швидше ввести об'єкт в експлуатацію без порушення технологічних перерв та вкластися в термін 11 місяців.

Зниження загальної трудомісткості на 1,9% (див. табл. 3.4) відносно нормативної бази досягнуто за рахунок використання засобів малої механізації, що зменшує частку ручної праці [55].

Значення коефіцієнта нерівномірного руху кадрів $K_n = 2,24$ дещо перевищує рекомендований діапазон 1,5 – 2,0 (див. табл. 3.4), що зумовлено специфікою будівлі на значні площі внутрішнього оздоблення, які вимагають залучення великої кількості фахівців у фінальний період будівництва для дотримання термінів [8].

Високий показник рівня механізації свідчить про високу технологічність проекту. Основні процеси, окрім мурування, передбачені виключно механізованим способом.

РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

4.1 Сфера застосування

Технологічна карта в даній бакалаврській кваліфікаційній роботі розроблена згідно до вимог [ДСТУ-Н Б А.3.1-12:2015] «Настанови про розроблення та оформлення технологічних карт у будівництві».

Цей розділ розміщує в собі технологію опоряджувальних робіт, а саме штукатурних робіт, з метою вирівняти цегляні стіни та створити відповідний інтер'єр, що буде стимулювати дітей на роботу (декоративне оштукатурювання) [46].

4.1.1 Загальні відомості

Технологія, організація, розрахунки для опоряджувальних робіт проводяться за вказівками діючого нормативу [ДСТУ-Н Б В.2.6-212:2016] «Настанова з улаштування системи опорядження».

Оскільки даний об'єкт вважається громадською будівлею виховного та навчального призначення, обов'язково використовується високоякісна «мокра» штукатурка, що передбачає обов'язкове використання маяків та тришарове нанесення розчину [46].

Склад штукатурки для деяких приміщення відрізняється, оскільки будівля має приміщення різного призначення з певними вимогами [46]:

- для сходових клітин та підвальних приміщень – цементно-піщана, оскільки там вищі вимоги до зносостійкості та вологості;
- для санвузлів – цементна, хоча стіни будуть закладатися керамічною плиткою, по цегляній стіни робиться вирівнюваний шар штукатурки;
- для решти основних приміщень – гіпсова штукатурна суміш.

Оскільки будівля має великі об'єми, єдино правильним рішенням використовувати механізований спосіб нанесення, що дозволяє скоротити термін робіт у 3 – 4 рази [8]. Суміш наноситься на стіну з більшою силою, що підвищує міцність зчеплення за рахунок кращого заповнення пор та швів в цегляній стіні.

4.1.2 Обсяги робіт

Для штукатурних робіт, обсяги визначаються в площі поверхонь стін, що підлягають штукатуренню (табл. 4.1):

Таблиця 4.1. Розрахунок обсягів штукатурних робіт

№	Штукатурка	Приміщення	Периметр P , м	Висота H , м	Площа стін $S_{ст}$, m^2	Площа прорізів $S_{от}$, m^2	Площа робіт $S_{шт}$, m^2
1	2	3	4	5	6	7	8
1-й поверх							
1	Цементно-піщана	Санвузли	179,12	3,6	644,83	59,97	584,86
2		Вбиральні	50,4	3,6	181,44	16,87	164,57
3		Рукомийники	72,43	3,6	260,75	24,25	236,50
4		Посудомийні	39,38	3,6	141,77	13,18	128,58
5		Душові	14,4	3,6	51,84	4,82	47,02
6		Тамбур	18,64	3,6	67,10	6,24	60,86
7		Сходові клітина	81,6	3,6	293,76	27,32	266,44
8		Спортивний блок	273,26	7,2	1967,47	182,97	1784,50
9		Харчовий блок	210,9	7,2	1518,48	141,22	1377,26
10		Комори	101,76	3,6	366,34	34,07	332,27
Сумарно							4982,86
11	Гіпсова	Коридори	632,52	3,6	2277,07	211,77	2065,30
12		Вахтова	14,7	3,6	52,92	4,92	48,00
13		Рекреаційна зона	93,76	7,2	675,07	62,78	612,29
14		Гардеробна	60,76	3,6	218,74	20,34	198,39
15		Навчальні приміщення	705,1	3,6	2538,36	236,07	2302,29
16		Адміністративні приміщення	272,4	3,6	980,64	91,20	889,44
Сумарно							6115,72
Сумарно на поверх							11098,58
2-й поверх							
17	Цементно-піщана	Санвузли	179,12	3,6	644,83	59,97	584,86
18		Сходові клітина	81,6	3,6	293,76	27,32	266,44

Оскільки будівля має великі об'єми робіт, площу отворів допускається брати усереднену для кожного приміщення. В даній роботі було прийнято площу отворів $S_{от}$ як 9,3% від площі стін $S_{ст}$.

Об'єми штукатурних робіт для 2-го, 3-го та -1-го поверхів визначався орієнтовно, тому що в масштабах роботи, було запроєктовано лише 1-й поверх.

4.2 Організація та технологія процесу

4.2.1 Умови початку роботи

Штукатурні роботи обов'язково починаються лише після виконання попередніх робіт [8]:

- оскільки дана будівля не вважається багатоповерховою, опоряджувальні роботи починаються після того, як змонтують всі перекриття та покриття, аби уникнути надмірної вологи від атмосферних опадів;
- мають бути встановлені віконні та дверні блоки, стіни загерметизовані, це збереже штукатурку від пересихання та вивітрювання;
- мають бути виконані всі приховані мережі (електропостачання, сантехніка) з проведеним випробуванням системи.

Також штукатурні роботи не починаються, якщо в приміщенні температура нижче $+10^{\circ}\text{C}$, а вологість стін перевищує 8%.

4.2.2 Підготовчі роботи

Підготовчі роботи є необхідною частиною штукатурення, що забезпечує 70% успіху, якщо стіни погано підготовлені, не уникнути відшарування та тріщин штукатурки. Оскільки ми використовуємо високоякісну штукатурку, до звичайних підготовчих робіт (підготовка поверхні, ґрунтування та армування), додатково додається обов'язкове встановлення маяків [46].

Весь процес починається з очищення поверхні від напливів розчину, що виступають на стиках зі швів цегли, прибирається пил, бруд, жирові та масляні плями, це робиться для того, щоб майбутня штукатурка могла пристати до самої стіни, а не до побічних шарів між ними та не відпала [46].

Для цегляних стін також додатково роблять поглиблення у швах кладки на глибину 10 – 15 мм, для додаткового механічного зчеплення штукатурки.

Далі стіни ґрунтують. На цегляну стіну, рівномірним шаром наноситься ґрунтовка глибокого проникнення. Оскільки цегла пористий матеріал, вона забирає воду у штукатурки, із-за чого та не встигає кристалізуватися, що призводить до осипання [46].

Закріплюється лугостійка армувальна скло-сітка з коміркою 5×5 мм. Оскільки різні матеріали по-різному розширюються при зміні температури, на стиках де цегла примикає до перемичок або навколо віконних прорізів, виникають додаткові напруження. Сітка забезпечує армування, стримуючи мікро-рухи основи.

І на останок монтують металеві маячні Т-подібні профілі. Їх розміщують вертикально по всій стіні з кроком 1,2 – 1,8 м. Маяки розставляються суворо по вертикалі за допомогою лазерного нівеліра, оскільки для високоточної штукатурки «на око» не підходить.

Додатково також встановлюються перфоровані металеві захисні кутики на всі зовнішні кути (укоси вікон, виступаючі кути коридорів, дверних прорізів), для забезпечення додаткової ударостійкості.

4.2.3 Основні роботи

Оскільки ми використовуємо високоякісну механізовану штукатурку, основні роботи чітко розподілені на технологічні процеси [46]:

- нанесення оббризку (перший шар);
- нанесення ґрунту (основний шар);
- розрівнювання розчину;
- «підрізування»;
- затирання та загладжування.

Спочатку наноситься рідкий розчин сметано-подібної консистенції на стіну, при механізованому способі, сопло тримають на відстані 20 – 30 см від поверхні. Цей шар виступає сполучною ланкою за рахунок більш рідкої

консистенції, розчин краще заповнює пори, створюючи надійне зчеплення. Без такого шару, вся штукатурка може просто відшаруватися під власною вагою.

Потім по верх наноситься вже основний густий шар розчину між встановленими маяками. Такий шар для високоякісної штукатурки становить 15 – 20 мм, саме за рахунок його, вирівнюються дефекти цегляної кладки.

Цей шар штукатурки готовий до вирівнювання. Завдяки алюмінієвому правилу, штукатурку вирівнюють, проводячи правилом по маяках наче по рейках, прибираючи зайву масу, що вийшла за межі маяків та заповнюючи пустоти що утворюються. В результаті отримуємо рівні стіни, але дрібними дефектами та порами.

Коли розчин починає «сходитися» (втрачати рухливість, але ще вологий), завдяки гострого краю правила, виконується підрізування, що видаляє дрібні нерівності та хвилі, які могли залишитися після першого розрівнювання.

Останній етап проводиться для створення фінального вигляду. Поверхню злегка змочують водою і обробляють губчастою теркою до появи «гіпсового молока», після чого поверхню згладжують широким металевим шпателем (гладилкою), щоб заповнити найдрібніші пори гіпсовим молоком.

4.3 Контроль якості робіт

Контроль якості штукатурних робіт здійснюється на всіх етапах виробничого процесу відповідно до вимог: [ДБН А.3.1-5:2016] «Організація будівельного виробництва», [ДБН В.2.6-22:2001] «Улаштування покриттів із застосуванням сухих будівельних сумішей» та [ДСТУ-Н Б В.2.6-212:2016] «Настанова з виконання робіт із застосуванням сухих будівельних сумішей».

4.3.1 Вхідний контроль

До початку технологічного процесу здійснюється вхідний контроль, що передбачає перевірку проєктно-кошторисної документації, матеріалів та готовності основи.

Всі сухі гіпсові та цементні суміші повинні мати сертифікати відповідності та паспорти якості від виробника. Перевіряється цілісність упаковки та термін придатності. Вода для приготування розчину повинна бути без вмісту шкідливих домішок, що впливають на твердіння.

До початку робіт оцінюється цегляна кладка, вона має бути очищена від пилу та напливів розчину, перевіряється вертикальність та площинність стін за допомогою двометрового правила та рівня для визначення необхідної товщини штукатурного шару. Роботи не розпочинається доки температура в приміщенні буде не нижче $+10^{\circ}\text{C}$, а вологість стін — не більше 8%.

4.3.2 Операційний контроль

Для своєчасного виявлення та усунення дефектів проводиться операційний контроль в процесі виконання робіт. Склад та параметри контролю наведено в таблиці табл. 4.2:

Таблиця 4.2. Регламент операційного контролю якості штукатурних робіт

№	Етап роботи	Що контролюється	Спосіб контролю	Термін контролю
1	Підготовка поверхні	Відсутність пилу, бруду, жирових плям, вологість стіни, температура	Візуальний, інструментальний	До початку ґрунтування
2	Ґрунтування	Рівномірність покриття, відсутність пропусків	Візуальний	Після висихання шару
3	Встановлення маяків	Вертикальність та площинність встановлених профілів за допомогою лазерного нівеліра	Інструментальний	До початку нанесення розчину
4	Нанесення розчину	Товщина шару (згідно з проектом, однорідність маси, щільність прилягання до основи	Інструментальний	В процесі нанесення
5	Розрівнювання та затирання	Відсутність раковин, хвиль, слідів від інструменту	Візуальний	До початку тужавлення

4.3.3 Приймальний контроль

Приймальний контроль проводиться після повного висихання штукатурки, на цьому етапі складається акт завершених робіт та перевіряється відповідність результату нормам для високоякісної штукатурки [46]:

- візуальний огляд – поверхня повинна бути однорідною, без тріщин, плям, висолів та слідів інструменту;
- міцність зчеплення – перевірка адгезії штукатурки до основи (простукуванням не повинно виявлятися порожнеч або глухого звуку);
- геометричні показники – вимірювання відхилень проводиться рейкою.

Нормативні параметри допустимих відхилень наведено в таблиці табл. 4.3:

Таблиця 4.3. Допустимі відхилення для високоякісної штукатурки

№	Найменування показника	Допустиме значення	Інструмент контролю
1	Відхилення поверхні від вертикалі	1 мм на 1 м (не більше 5 мм на всю висоту приміщення)	Рівень, висок, правило
2	Нерівності поверхні плавною кривою	Не більше 2-х нерівностей глибиною/висотою до 2 мм	Правило 2 м, щуп
3	Відхилення поверхні від горизонталі	1 мм на 1 м	Рівень, правило
4	Відхилення віконних та дверних укосів від вертикалі/горизонталі	1 мм на 1 м	Кутник, правило
5	Відхилення радіуса криволінійних поверхонь	Не більше 5 мм від проектної величини	Лекало, шаблон

4.4 Матеріально-технічні ресурси

4.4.1 Матеріали

Склад штукатурки та матеріалів для виконання штукатурних робіт, суворо обрані з урахуванням екологічності та якості згідно [ДБН В.2.2-3:2018] «Заклади освіти», оскільки в будівлі перебувають діти.

Витрата матеріалів для штукатурення цегляної стіни шаром товщиною приблизно 20 мм, наведено в таблиці табл. 4.4, що залежить від обсягів робіт на всіх поверхах (див. табл. 4.1):

Таблиця 4.4. Потреба в основних матеріалах

№ Матеріалу	Матеріал	Одиниця виміру	Норма витрати	Примітка
1	Суша гіпсова штукатурка	кг/м ²	419 283,48	
2	Цементно-піщана суміш	кг/м ²	216 233,46	
3	Ґрунтовка глибокого проникнення	л/м ²	6 395,77	Типу «Тіфенгрунд» для цегли
4	Маяк штукатурний	м.п./м ²	25 583,08	Оцинкований, висота 6 мм
5	Кутник захисний	м.п.	515	Перфорований алюмінієвий
6	Сітка склотканина	м ²	6 395,77	3 коміркою 5 × 5 мм
7	Вода технічна	л/кг суміші	19 187,31	

4.4.2 Обладнання

Оскільки об'єкт має великі площі стін, що підлягають штукатуренню, ми закладаємо комплект обладнання для однієї ланки робітників, в одній такій ланці буде знаходитися 4 особи, всього бригад, що буде займатися штукатурними роботами – 4.

Кількість машини, інструменти та пристрої, що необхідні для проведення штукатурних робіт однієї ланки, винесені до таблиці табл. 4.5:

Таблиця 4.5. Відомість машин, інструментів та інвентарю

№ Позиції	Назва	Марка	Кількість на ланку	Призначення
1	Штукатурна станція	Putzmeister	1 шт.	Приготування та подача розчину
2	Шланг для розчину	D = 25 мм, L = 15-20 м	1 компл.	Транспортування розчину до стіни
3	Правило Н-подібне	Алюмінієве, 2.0 м	2 шт.	Первинне розрівнювання ґрунту
4	Правило трапецієподібне	Алюмінієве, 1.5 м	2 шт.	Підрізування та фінішне вирівнювання
5	Рівень будівельний	Бульбашковий (2 м)	1 шт.	Контроль вертикальності маяків
6	Лазерний нівелір	DeWalt	1 шт.	Розмітка та встановлення маяків
7	Шпатель фасадний	Сталевий, 450-600 мм	2 шт.	Загладжування та нанесення накривки
8	Терка губчаста	Поліуретанова	2 шт.	Затирання поверхні (глянцювання)
9	Кутник штукатурний	Алюмінієвий	1 шт.	Виведення чітких внутрішніх кутів

4.5 Калькуляція

Калькуляція складена на основі діючих норм «Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи» (РЕКН) на будівельні роботи.

Основною метою є визначення необхідної кількості людино-годин та машино-годин для виконання повного комплексу штукатурних робіт на об'єкті.

Для розрахунку прийнято сумарний обсяг робіт по 1-му поверху згідно з (див. табл. 4.1), що становить 11 098,58 м².

Калькуляція наведена в таблиці табл. 4.6:

Таблиця 4.6. Калькуляція витрат праці та машинного часу

№	Опис технологічного процесу	Одиниця виміру	Обсяг робіт	Норма часу люд-год	Норма часу маш-год	Витрати праці, люд-год	Витрати маш. часу, маш-год
1	Очищення поверхонь стін, знепилення та ґрунтування	100 м ²	110,98	1,84	-	204,2	-
2	Встановлення штукатурних маяків та захисних кутиків	100 м ²	110,98	12,50	-	1387,3	-
3	Механізоване нанесення розчину на стіни	100 м ²	110,98	8,20	4,10	910,0	455,0
4	Розрівнювання розчину правилом, підрізування та загладжування	100 м ²	110,98	14,40	-	1598,1	-
5	Затирання та глянцювання поверхні	100 м ²	110,98	9,60	-	1065,4	-
6	Очищення штукатурної станції та швів наприкінці зміни	1 маш-зм	28,0	2,00	-	56,0	-
Сумарні витрати						5 221,0	455,0

Загальна трудомісткість робіт на 1-му поверху складає 5 221 люд-год.

При роботі 4 бригад по 4 осіб у дві зміни, орієнтовний термін виконання робіт на поверсі становитиме близько 20–22 робочих днів, що відповідає темпам, закладеним у календарному графіку.

4.6 Охорона праці та техніка безпеки

4.6.1 Загальні вимоги

При виконанні штукатурних робіт механізованим способом необхідно дотримуватися вимог [ДБН А.3.2-2:2009] «Охорона праці і промислова безпека у будівництві».

До виконання штукатурних робіт допускаються особи не менше 18 років, які пройшли медичний огляд, вступний інструктаж та інструктаж безпосередньо на робочому місці [9].

Робочі місця мають бути освітлені згідно з [ДСТУ EN 12464-1:2016] «Світло та освітлення. Освітлення робочого місця».

Забороняється захаращувати проходи до робочих місць матеріалами або будівельним сміттям [9].

4.6.2 Робота на висоті

Оскільки висота поверху в будівлі 3,6 м, а в деяких місцях 7,2 то обов'язково мають бути передбачені заходи роботи на висоті при виконання малярних робіт.

При роботі на висоті, маляри-штукатури мають використовувати лише інвентарні збірно-розбірні риштування або пересувні столи-підйомники, що мають огороження висотою не менше 1,1 м [9].

Категорично заборонено використовувати випадкові підставки.

Настили підйомників повинні бути рівними та очищеними від залишків розчину.

4.6.3 Електробезпека та робота з агрегатами

Оскільки штукатурні роботи проводяться механізованим методом нанесення розчину, робочі мають дотримуватися правил використання устаткування згідно нормативу [НПАОП 40.1-1.21-98] «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів».

Штукатурна станція повинна бути заземлена. Усі пускові пристрої мають знаходитись у закритих ящиках, що замикаються [56].

Підключення станції до мережі виконує лише черговий електрик [56].

Робочі шланги для подачі розчину повинні бути перевірені на герметичність під тиском, що перевищує робочий у 1,5 рази [56].

При виникненні пробки у шлангу необхідно негайно вимкнути агрегат і скинути тиск перед простукуванням або розбирання з'єднань [56].

До роботи із соплом (нанесення розчину) допускаються лише працівники, що пройшли спеціальне навчання роботі з устаткуваннями під тиском.

4.6.4 Засоби індивідуального захисту

Штукатури повинні бути забезпечені наступними засобами індивідуального захисту (ЗІЗ) згідно з нормативу [ДСТУ EN ISO 20345:2016]:

- спецодяг та спецвзуття з нековзкою підошвою;
- захисні окуляри (для захисту очей від бризок розчину);
- гумові рукавиці (оскільки лужне середовище цементних та гіпсових розчинів викликає опік шкіри);
- респіратори (для захисту від пилу при завантаженні суміші в бункер).

4.7 Екологія та охорона навколишнього середовища

Оскільки будівля є новим об'єктом, то навіть процес зведення має відповідати сучасним підходам будівництва з урахуванням екологічності та захисту навколишнього середовища, згідно із Законом України «Про управління відходами».

Порожні мішки з-під сухих сумішів повинні складатися у спеціальні контейнери для подальшого вивезення.

Залишки розчину не дозволяється зливати в каналізаційну мережу об'єкта, вони мають збиратися у відстійники та утилізуватися як будівельне сміття.

Промивання штукатурних шлангів та станції має проводитися у спеціально відведених місцях.

ВИСНОВКИ

У бакалаврській кваліфікаційній роботі виконано комплексне архітектурно-конструктивне, організаційне та технологічне проектування опорного закладу освіти місткістю 1200 осіб у місті Чернігів.

В архітектурно-планувальному розділі запроєктовано сучасну триповерхову будівлю школи за блочним принципом із внутрішнім замкненим двором та габаритними розмірами в крайніх осях $139,5 \times 138,5$ м. Об'єкт повністю адаптовано до кліматичних умов І-го архітектурно-будівельного району м. Чернігів та розраховано на сейсмічність у 6 балів. Конструктивну систему прийнято стіноюю із цегляної кладки. Виконаний теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій підтвердив, що приведений опір теплопередачі непрозорих стін із базальтовим утеплювачем товщиною 200 мм становить $R_{np} = 4,292 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, що повністю задовольняє та перевищує мінімальні нормативні вимоги $R_{qmin} = 4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$. Будівля відповідає сучасним вимогам інклюзивності для маломобільних груп населення, а в підвальному поверсі влаштовано захисну споруду цивільного захисту (бомбосховище).

У розрахунково-конструктивному розділі проведено аналітичний розрахунок та конструювання кроквяної ферми перекриття з використанням сучасного програмного комплексу LIRA-FEM. На основі прийнятих інженерно-геологічних умов майданчика будівництва розраховано та запроєктовано фундамент неглибокого закладання – збірний залізобетонний стрічковий із плит ФЛ та блоків ФБС. Виконана перевірка деформацій ґрунтової основи підтвердила надійність та стійкість конструктивної системи будівлі.

У розділах організації та технології будівельного виробництва обґрунтовано вибір основних будівельних машин і механізмів та розроблено будівельний генеральний план на період зведення надземної частини школи. Розроблено календарний графік робіт із застосуванням потоково-секційного методу будівництва на основі 12 технологічних захваток. Складено технологічну карту на виконання внутрішніх високоякісних штукатурних робіт механізованим способом за допомогою штукатурних станцій, що дозволило оптимізувати

трудовитрати. Опрацьовано заходи з охорони праці, техніки безпеки при роботі на висоті та вимоги екологічної безпеки згідно із Законом України «Про управління відходами».

За результатами розрахунків будівельного виробництва визначено основні техніко-економічні показники (ТЕП) проєкту, які підтверджують його високу ефективність порівняно з нормативними вимогами:

- тривалість будівництва – завдяки впровадженню потоково-секційного методу проєктна тривалість зведення об'єкта становить 11 місяців, що повністю збігається з нормативним терміном та забезпечує своєчасне введення об'єкта в експлуатацію;

- загальна трудомісткість робіт – становить 16 861 люд-дн, що на 1,9% менше від нормативного показника в 17 200 люд-дн., скорочення досягнуто за рахунок автоматизації процесів та застосування засобів малої механізації;

- питома трудомісткість – становить 0,087 люд-дн/м³, що свідчить про зниження на 3,3% відносно нормативу 0,09 люд-дн/м³ та підтверджує раціональну організацію праці на майданчику;

- рівень механізації основних робіт – завдяки використанню штукатурних станцій та ефективних кранових систем рівень механізації досяг 92%, що перевищує базовий нормативний показник на 2,2%;

- виробіток на одного робітника – складає 3,48 м²/люд-дн, що на 5,4% вище за нормативний рівень 3,30 м²/люд-дн, вказуючи на високу продуктивність праці;

- коефіцієнт нерівномірності руху кадрів K_n – становить 2,24, що дещо перевищує оптимальний рекомендований діапазон 1,5 – 2,0. Це обґрунтовано специфікою будівлі значними площами внутрішнього оздоблення навчальних кабінетів та залів, що вимагає концентрації великої кількості фахівців на фінальних етапах робіт задля неухильного дотримання термінів здачі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бакулін Є. А., Костира Н. О., Бакуліна В. М. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Архітектура будівель і споруд» для студентів за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія». Проектування будівель з традиційних будівельних матеріалів та дрібнорозмірних конструктивних елементів. Київ : НУБіП України, 2017. 64 с.
2. Білецький А., Клімов С., Ольхович О., Рощик І. Організація і технологія будівельних робіт : навч. посібник. Рівне, 2019. 94 с.
3. Костира Н. О., Бакуліна В. М. Методичні вказівки до виконання курсового проєкту з дисципліни «Металеві конструкції» для студентів за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія». Київ : Видавничий центр НУБіП України, 2021. 65 с.
4. Менейлюк О. І. та ін. Машини та обладнання для зведення будівель : навч. посібник. Одеса, 2017. 180 с.
5. Положення про бакалаврську кваліфікаційну роботу у Національному університеті біоресурсів і природокористування України : затверджено вченою радою НУБіП України від 23.06.2021 р. Київ : НУБіП України, 2021. 35 с.
6. П'ятков О. В., Бакулін Є. А. Методичні вказівки до виконання курсового проєкту з дисципліни «Основи і фундаменти» підготовки фахівців ОС «Бакалавр» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво». Київ : НУБіП України, 2023. 5 ум. друк. арк.
7. ДБН А.2.1-1:2014. Інженерні вишукування для будівництва. Київ : Мінрегіон України, 2014. 94 с.
8. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. Київ : Мінрегіон України, 2016. 54 с.
9. ДБН А.3.2-2:2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 121 с.

10. ДБН Б.2.2-5:2023. Благоустрій територій. Київ : Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України, 2023. 68 с.
11. ДБН Б.2.2-12:2018. Планування і забудова територій. Київ : Мінрегіон України, 2018. 179 с.
12. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. Київ : Мінрегіон України, 2017. 45 с.
13. ДБН В.1.1-12:2024. Будівництво у сейсмічних районах України. Київ : Мінвідновлення України, 2024. 115 с.
14. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. Київ : Мінбуд України, 2006. 80 с.
15. ДБН В.1.2-4:2019. Інженерно-технічні заходи цивільного захисту. Київ : Мінрегіон України, 2019. 48 с.
16. ДБН В.1.2-6:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Механічний опір та стійкість. Київ : Мінрегіон України, 2021. 24 с.
17. ДБН В.1.2-7:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. Київ : Мінрегіонбуд України, 2021. 22 с.
18. ДБН В.1.2-8:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека життя і здоров'я людини та захист навколишнього природного середовища. Київ : Мінрегіон України, 2021. 26 с.
19. ДБН В.1.2-10:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Захист від шуму. Київ : Мінрегіон України, 2021. 20 с.
20. ДБН В.1.2-14:2021. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. Київ : Мінрегіон України, 2021. 46 с.
21. ДБН В.2.1-10:2018. Основи та фундаменти будівель та споруд. Основні положення. Київ : Мінрегіон України, 2018. 82 с.
22. ДБН В.2.2-3:2018. Заклади освіти. Київ : Мінрегіон України, 2018. 60 с.
23. ДБН В.2.2-9:2018. Громадські будинки та споруди. Основні положення. Київ : Мінрегіон України, 2019. 64 с.

24. ДБН В.2.2-13:2024. Спортивні та фізкультурно-оздоровчі споруди. Київ : Мінвідновлення України, 2024. 120 с.
25. ДБН В.2.2-25:2018. Підприємства харчування (заклади ресторанного господарства). Київ : Мінрегіон України, 2018. 62 с.
26. ДБН В.2.5-23:2010. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 88 с.
27. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. Київ : Мінрегіон України, 2018. 124 с.
28. ДБН В.2.5-56:2014. Системи протипожежного захисту. Київ : Мінрегіон України, 2015. 148 с.
29. ДБН В.2.5-64:2024. Внутрішній водопровід та каналізація. Київ : Мінвідновлення України, 2024. 98 с.
30. ДБН В.2.5-67:2022. Опалення, вентиляція та кондиціонування. Київ : Мінрегіон України, 2022. 154 с.
31. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція будівель. Київ : Мінрегіон України, 2021. 48 с.
32. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу. Київ : Мінрегіон України, 2014. 134 с.
33. ДБН В.2.6-220:2017. Покриття будівель і споруд. Київ : Мінрегіон України, 2017. 54 с.
34. ДСанПіН 2.3-185-2013. Гігієнічні вимоги до улаштування, утримання і режиму спеціальних загальноосвітніх шкіл (шкіл-інтернатів) для дітей, які потребують корекції фізичного та (або) розумового розвитку, та навчально-реабілітаційних центрів. Київ : МОЗ України, 2013. 64 с.
35. ДСанПіН 145-2011. Державні санітарні норми і правила утримання територій населених місць. Київ : МОЗ України, 2011. 28 с.
36. ДСТУ 8774:2018. Склад та зміст розділу інженерно-технічних заходів цивільного захисту у складі проектної документації об'єктів. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018. 26 с.

37. ДСТУ 9114:2021. Настанова з визначення тривалості будівництва об'єктів. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2021. 34 с. (на заміну ДСТУ Б А.3.1-22:2013)
38. ДСТУ 9115:2021. Настанова про розроблення та оформлення технологічних карт у будівництві. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2021. 28 с.
39. ДСТУ 9152:2021. Огородження інвентарні будівельних майданчиків та ділянок виконання будівельно-монтажних робіт. Технічні умови. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2021. 22 с.
40. ДСТУ 9171:2021. Будівельна кліматологія. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2021. 136 с.
41. ДСТУ 9178:2022. Настанова щодо проектування та улаштування вікон і дверей. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2022. 68 с.
42. ДСТУ 9191:2022. Настанова з розрахунку інсоляції об'єктів цивільного призначення. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2022. 32 с.
43. ДСТУ 9225:2023. Система проектної документації для будівництва. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2023. 45 с.
44. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. Київ : Мінрегіон України, 2016. 34 с.
45. ДСТУ-Н Б В.2.6-211:2016. Настанова з улаштування покриттів підлог. Київ : Мінрегіон України, 2016. 42 с.
46. ДСТУ-Н Б В.2.6-212:2016. Настанова з улаштування систем опорядження. Київ : Мінрегіон України, 2016. 72 с.
47. ДСТУ EN 1990:2011. Проектування конструкцій. Основні положення (Єврокод 0). Київ : Мінрегіон України, 2011. 48 с.
48. ДСТУ EN 1992-1-1:2010. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд (Єврокод 2). Київ : Мінрегіон України, 2010. 142 с.

49. ДСТУ EN 1996-1-1:2010. Проектування кам'яних конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила для армованих і неармованих кам'яних конструкцій (Єврокод 6). Київ : Мінрегіон України, 2010. 112 с.
50. ДСТУ EN 12464-1:2022. Світло та освітлення. Освітлення робочих місць. Частина 1. Внутрішні робочі місця. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2022. 86 с.
51. ДСТУ EN 12464-2:2014. Світло та освітлення. Освітлення робочих місць. Частина 2. Робочі місця поза приміщеннями. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2014. 44 с.
52. ДСТУ EN 62612:2017. Лампи світлодіодні з умонтованими пристроями керування для загального освітлення з напругою живлення понад 50 В. Вимоги до характеристик. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. 32 с.
53. ДСТУ EN ISO 52120-1:2022. Енергоефективність будівель. Вплив автоматизації, моніторингу та управління будівлями. Частина 1. Загальні положення та процедури. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2022. 104 с.
54. ДСТУ EN ISO 7010:2019. Графічні символи. Кольори та знаки безпеки. Зареєстровані знаки безпеки. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 52 с.
55. Настанова з визначення вартості будівництва : затверджена наказом Міністерства розвитку громад та територій України від 01.11.2021 № 281. Київ, 2021. 85 с.
56. НПАОП 40.1-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. Київ : Держнаглядохоронпраці, 1998. 326 с.
57. Санітарний регламент для закладів загальної середньої освіти : затверджений наказом Міністерства охорони здоров'я України від 25.09.2020 № 2205. Київ : МОЗ України, 2020. 45 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Будівництво у сейсмічних районах України

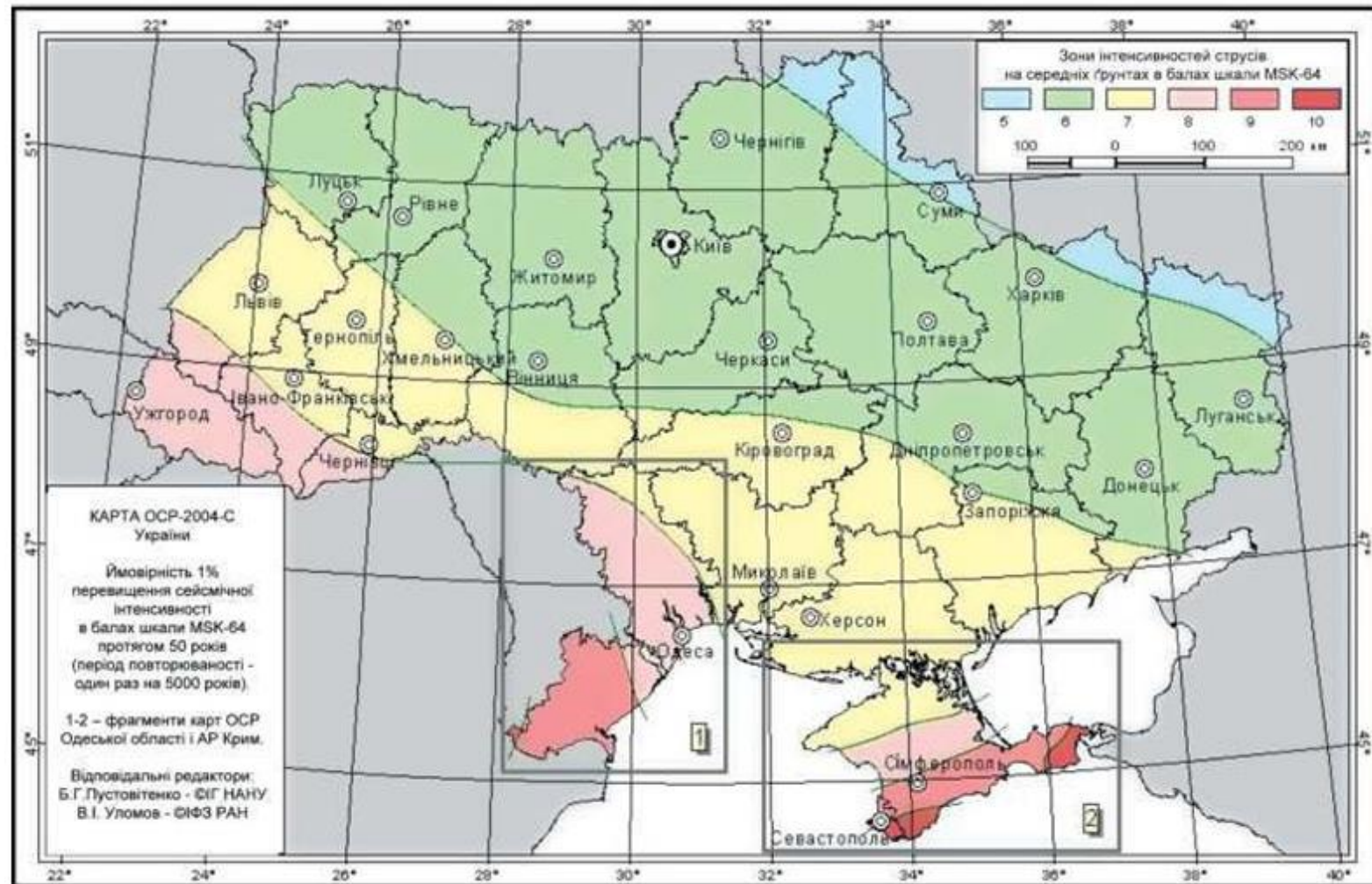


Рис. А.1. Карта загального сейсмічного районування ЗСР-2002-С території України

Карти районування та таблиці з [ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010]

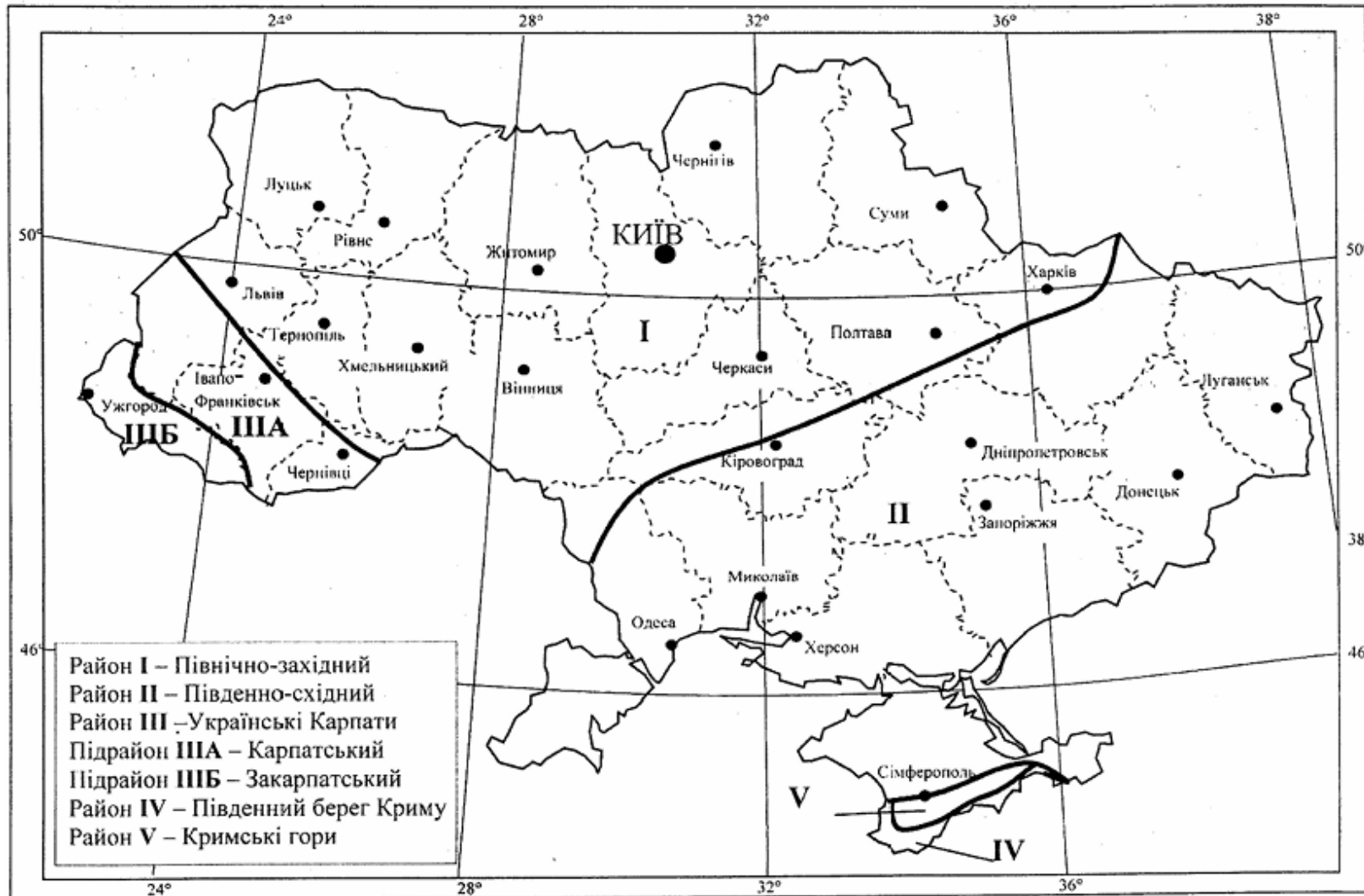


Рис. Б.1. Архітектурно-будівельне кліматичне районування території України

Таблиця Б.1. Кліматологічні показники (характеристики) архітектурно-будівельних кліматичних районів та підрайонів

Кліматичний район, підрайон		Температура повітря, °C				Кількість опадів за рік, мм	Відносна вологість у липні, %	Середня швидкість вітру у січні, м/с
		середня за		абсолют- ний мінімум	абсолют- ний максимум			
		січень	липень					
I – Північно-західний (Полісся, Лісостеп)		Від -5 до -8	Від 18 до 20	Від -37 до -40	Від 37 до 40	Від 550 до 700	Від 65 до 75	Від 3 до 4
II – Південно-східний (Степ)		Від -2 до -6	Від 21 до 23	Від -32 до -42	Від 39 до 41	Від 400 до 500	Менше 65	Від 4 до 6
III – Українські Карпати	IIIA – Карпатський (Передкарпаття, Гірські Карпати)	-7	14	-38	35	1600	Від 77 до 81	3
	IIIB – Закарпатський	-4	19	-32	39	1000	Більше 70	3
IV – Південний берег Криму		3	23	-20	39	600	Менше 60	Від 4 до 5
V – Кримські гори		-4	16	-27	32	1060	70	Від 4 до 5

Таблиця Б.2. Температура зовнішнього повітря (частина таблиці)

Область, місто	Середня місячна $\frac{\text{температура повітря}}{\text{середня добова амплітуда температури}}$, °C												Температура повітря, °C						Період із середньою добовою температурою повітря						
													Середня за рік	холодного періоду				теплого періоду		$\leq 8\text{ }^{\circ}\text{C}$		$\leq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$		$\geq 21\text{ }^{\circ}\text{C}$	
														найхолодніша доба забезпеченістю		найхолодніша п'ятиденка забезпеченістю		найжаркіша доба забезпеченістю 0,95	найжаркіша п'ятиденка забезпеченістю 0,99	тривалість, діб	середня температура, °C	тривалість, діб	середня температура, °C	тривалість, діб	середня температура, °C
	0,98	0,92	0,98	0,92																					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Автономна Республіка Крим Ай-Петрі	$\frac{-3,4}{-}$	$\frac{-3,3}{-}$	$\frac{-0,7}{-}$	$\frac{4,8}{-}$	$\frac{9,6}{-}$	$\frac{13,0}{-}$	$\frac{15,5}{-}$	$\frac{15,1}{-}$	$\frac{11,0}{-}$	$\frac{6,7}{-}$	$\frac{2,5}{-}$	$\frac{-1,6}{-}$	5,8	-24	-22	-20	-18	23	19	210	0,8	242	1,9	-	-
Клепиніне	$\frac{-1,0}{-}$	$\frac{-0,2}{-}$	$\frac{3,4}{-}$	$\frac{10,0}{-}$	$\frac{15,7}{-}$	$\frac{20,0}{-}$	$\frac{22,7}{-}$	$\frac{21,8}{-}$	$\frac{16,7}{-}$	$\frac{10,7}{-}$	$\frac{5,7}{-}$	$\frac{1,6}{-}$	10,6	-27	-25	-23	-21	29	26	157	2,2	177	3,1	70	22,3
Сімферополь	$\frac{-0,3}{7,1}$	$\frac{0,4}{7,3}$	$\frac{3,7}{9,0}$	$\frac{10,1}{10,8}$	$\frac{15,1}{11,3}$	$\frac{19,2}{11,4}$	$\frac{21,8}{11,3}$	$\frac{21,3}{11,9}$	$\frac{16,7}{11,3}$	$\frac{11,0}{9,9}$	$\frac{6,1}{7,8}$	$\frac{2,1}{6,5}$	10,6	-22	-20	-18	-15	28	25	154	2,6	175	3,5	61	21,8
Феодосія	$\frac{1,2}{-}$	$\frac{1,6}{-}$	$\frac{4,6}{-}$	$\frac{10,6}{-}$	$\frac{16,1}{-}$	$\frac{20,8}{-}$	$\frac{23,2}{-}$	$\frac{23,1}{-}$	$\frac{18,4}{-}$	$\frac{12,6}{-}$	$\frac{7,6}{-}$	$\frac{3,8}{-}$	12,0	-22	-19	-17	-15	30	26	142	3,6	163	4,3	83	23,3
Ялта	$\frac{4,1}{-}$	$\frac{4,2}{-}$	$\frac{6,0}{-}$	$\frac{10,6}{-}$	$\frac{15,7}{-}$	$\frac{19,8}{-}$	$\frac{23,6}{-}$	$\frac{23,2}{-}$	$\frac{19,0}{-}$	$\frac{13,6}{-}$	$\frac{9,5}{-}$	$\frac{6,1}{-}$	13,0	-10	-8	-7	-6	31	26	126	5,3	152	6,1	83	23,0
Вінницька область Вінниця	$\frac{-5,1}{6,2}$	$\frac{-3,8}{6,1}$	$\frac{0,5}{7,1}$	$\frac{8,1}{9,7}$	$\frac{14,2}{11,2}$	$\frac{17,2}{10,9}$	$\frac{18,7}{10,8}$	$\frac{18,0}{11,2}$	$\frac{13,3}{10,6}$	$\frac{7,6}{8,7}$	$\frac{1,8}{5,5}$	$\frac{-2,9}{5,0}$	7,3	-29	-26	-25	-21	27	23	182	-0,2	202	0,6	-	-

Кінець таблиці Б.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Херсонська область																									
Асканія-Нова	<u>-2,5</u> -	<u>-1,7</u> -	<u>2,6</u> -	<u>9,6</u> -	<u>15,6</u> -	<u>20,0</u> -	<u>22,5</u> -	<u>21,8</u> -	<u>16,5</u> -	<u>9,9</u> -	<u>4,2</u> -	<u>0,0</u> -	9,9	-26	-24	-23	-20	30	26	165	1,3	183	2,1	71	22,3
Генічеськ	<u>-1,8</u> -	<u>-1,3</u> -	<u>2,4</u> -	<u>9,5</u> -	<u>16,1</u> -	<u>20,6</u> -	<u>23,1</u> -	<u>22,4</u> -	<u>17,5</u> -	<u>11,0</u> -	<u>6,2</u> -	<u>0,7</u> -	10,5	-27	-24	-23	-19	30	26	160	1,5	178	2,6	84	23,1
Херсон	<u>-2,5</u> 6,3	<u>-1,6</u> 6,2	<u>2,8</u> 7,9	<u>10,1</u> 10,6	<u>16,1</u> 11,6	<u>20,0</u> 11,8	<u>22,4</u> 11,9	<u>21,6</u> 12,5	<u>16,5</u> 11,7	<u>10,1</u> 9,9	<u>4,3</u> 6,6	<u>-0,2</u> 5,7	10,0	-27	-23	-23	-19	30	26	163	1,3	181	2,2	69	22,1
Хмельницька область																									
Хмельницький	<u>-4,9</u> 6,1	<u>-3,6</u> 6,1	<u>0,6</u> 7,2	<u>7,9</u> 9,9	<u>13,9</u> 11,0	<u>16,8</u> 10,4	<u>18,4</u> 10,6	<u>17,7</u> 11,1	<u>13,1</u> 10,6	<u>7,6</u> 8,9	<u>1,9</u> 5,5	<u>-2,9</u> 5,1	7,2	-26	-25	-22	-21	27	22	183	-0,1	203	0,7	-	-
Черкаська область																									
Золотоноша	<u>-4,9</u> -	<u>-4,0</u> -	<u>0,9</u> -	<u>9,1</u> -	<u>15,4</u> -	<u>18,6</u> -	<u>20,2</u> -	<u>19,1</u> -	<u>14,0</u> -	<u>7,8</u> -	<u>1,9</u> -	<u>-2,7</u> -	8,0	-29	-26	-24	-21	29	24	177	-0,3	195	0,5	14	20,5
Умань	<u>-4,8</u> -	<u>-3,7</u> -	<u>0,9</u> -	<u>8,7</u> -	<u>14,6</u> -	<u>17,8</u> -	<u>19,4</u> -	<u>18,6</u> -	<u>13,6</u> -	<u>7,7</u> -	<u>2,0</u> -	<u>-2,5</u> -	7,7	-29	-25	-24	-20	28	23	179	-0,1	197	0,7	-	-
Черкаси	<u>-5,0</u> 6,4	<u>-4,0</u> 6,3	<u>0,7</u> 7,2	<u>8,9</u> 10,0	<u>15,2</u> 11,4	<u>18,4</u> 11,4	<u>20,1</u> 11,3	<u>19,3</u> 11,6	<u>14,2</u> 11,3	<u>7,9</u> 9,3	<u>2,0</u> 5,7	<u>-2,7</u> 5,4	7,9	-29	-26	-24	-21	28	24	178	-0,3	195	0,5	18	20,6
Чернівецька область																									
Чернівці	<u>-4,1</u> 6,2	<u>-2,4</u> 6,2	<u>2,0</u> 7,7	<u>8,9</u> 10,0	<u>14,5</u> 10,4	<u>17,6</u> 10,1	<u>19,1</u> 10,0	<u>18,4</u> 10,5	<u>14,1</u> 10,4	<u>8,7</u> 9,4	<u>2,7</u> 6,3	<u>-2,1</u> 5,7	8,1	-26	-24	-22	-20	27	24	175	0,5	196	1,4	-	-
Чернігівська область																									
Семенівка	<u>-6,7</u> -	<u>-5,8</u> -	<u>-1,0</u> -	<u>7,3</u> -	<u>13,7</u> -	<u>17,0</u> -	<u>18,5</u> -	<u>17,4</u> -	<u>12,2</u> -	<u>6,2</u> -	<u>0,2</u> -	<u>-4,0</u> -	6,3	-32	-29	-28	-24	27	22	192	-1,3	212	-0,4	-	-
Чернігів	<u>-5,9</u> 6,6	<u>-4,9</u> 7,0	<u>-0,1</u> 7,4	<u>8,0</u> 9,8	<u>14,4</u> 11,5	<u>17,6</u> 11,4	<u>19,2</u> 11,0	<u>18,1</u> 11,5	<u>12,9</u> 10,9	<u>6,9</u> 8,9	<u>1,0</u> 5,3	<u>-3,5</u> 5,3	7,0	-31	-28	-27	-23	27	23	187	-0,9	204	-0,2	-	-

Таблиця Б.3. Опади (частина таблиці)

Область, місто	Середня по місяцях кількість опадів, мм наявність снігового покриву, дні												Кількість опадів за рік, мм
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Автономна Республіка Крим													
Ай-Петрі	$\frac{135}{26}$	$\frac{122}{25}$	$\frac{81}{22}$	$\frac{65}{2}$	$\frac{64}{-}$	$\frac{74}{-}$	$\frac{49}{-}$	$\frac{63}{-}$	$\frac{71}{-}$	$\frac{78}{-}$	$\frac{111}{6}$	$\frac{159}{20}$	1072
Клепиніне	$\frac{31}{12}$	$\frac{30}{8}$	$\frac{33}{4}$	$\frac{31}{-}$	$\frac{38}{-}$	$\frac{55}{-}$	$\frac{44}{-}$	$\frac{44}{-}$	$\frac{31}{-}$	$\frac{28}{-}$	$\frac{38}{-}$	$\frac{39}{-}$	442
Сімферополь	$\frac{40}{12}$	$\frac{35}{8}$	$\frac{38}{5}$	$\frac{36}{-}$	$\frac{39}{-}$	$\frac{58}{-}$	$\frac{45}{-}$	$\frac{58}{-}$	$\frac{42}{-}$	$\frac{37}{-}$	$\frac{47}{-}$	$\frac{48}{6}$	523
Феодосія	$\frac{38}{8}$	$\frac{37}{8}$	$\frac{38}{2}$	$\frac{37}{-}$	$\frac{37}{-}$	$\frac{45}{-}$	$\frac{29}{-}$	$\frac{56}{-}$	$\frac{44}{-}$	$\frac{35}{-}$	$\frac{41}{-}$	$\frac{48}{-}$	485
Ялта	$\frac{79}{3}$	$\frac{66}{2}$	$\frac{47}{2}$	$\frac{37}{-}$	$\frac{35}{-}$	$\frac{40}{-}$	$\frac{35}{-}$	$\frac{42}{-}$	$\frac{47}{-}$	$\frac{48}{-}$	$\frac{67}{-}$	$\frac{95}{-}$	638
Вінницька область													
Вінниця	$\frac{34}{24}$	$\frac{33}{22}$	$\frac{33}{16}$	$\frac{46}{-}$	$\frac{55}{-}$	$\frac{82}{-}$	$\frac{91}{-}$	$\frac{71}{-}$	$\frac{58}{-}$	$\frac{35}{-}$	$\frac{41}{3}$	$\frac{38}{18}$	617
Волинська область													
Ковель	$\frac{32}{22}$	$\frac{36}{20}$	$\frac{34}{9}$	$\frac{43}{-}$	$\frac{59}{-}$	$\frac{77}{-}$	$\frac{86}{-}$	$\frac{56}{-}$	$\frac{57}{-}$	$\frac{41}{-}$	$\frac{43}{5}$	$\frac{40}{17}$	604
Луцьк	$\frac{27}{23}$	$\frac{29}{20}$	$\frac{27}{10}$	$\frac{38}{-}$	$\frac{56}{-}$	$\frac{69}{-}$	$\frac{81}{-}$	$\frac{57}{-}$	$\frac{57}{-}$	$\frac{38}{-}$	$\frac{36}{4}$	$\frac{35}{17}$	550
Дніпропетровська область													
Дніпропетровськ	$\frac{43}{20}$	$\frac{43}{18}$	$\frac{43}{8}$	$\frac{41}{-}$	$\frac{46}{-}$	$\frac{66}{-}$	$\frac{54}{-}$	$\frac{47}{-}$	$\frac{38}{-}$	$\frac{35}{-}$	$\frac{47}{3}$	$\frac{47}{15}$	550
Комісарівка	$\frac{38}{17}$	$\frac{32}{18}$	$\frac{33}{7}$	$\frac{36}{-}$	$\frac{48}{-}$	$\frac{66}{-}$	$\frac{52}{-}$	$\frac{48}{-}$	$\frac{42}{-}$	$\frac{36}{-}$	$\frac{43}{-}$	$\frac{40}{8}$	514
Кривий Ріг	$\frac{34}{20}$	$\frac{29}{17}$	$\frac{29}{7}$	$\frac{36}{-}$	$\frac{45}{-}$	$\frac{62}{-}$	$\frac{51}{-}$	$\frac{46}{-}$	$\frac{39}{-}$	$\frac{30}{-}$	$\frac{36}{-}$	$\frac{38}{12}$	475

Кінець таблиці Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Черкаська область													
Золотоноша	$\frac{37}{24}$	$\frac{35}{22}$	$\frac{37}{13}$	$\frac{40}{-}$	$\frac{52}{-}$	$\frac{71}{-}$	$\frac{75}{-}$	$\frac{58}{-}$	$\frac{50}{-}$	$\frac{40}{-}$	$\frac{44}{4}$	$\frac{41}{20}$	580
Умань	$\frac{40}{25}$	$\frac{38}{22}$	$\frac{37}{11}$	$\frac{46}{-}$	$\frac{51}{-}$	$\frac{88}{-}$	$\frac{83}{-}$	$\frac{60}{-}$	$\frac{52}{-}$	$\frac{39}{-}$	$\frac{47}{3}$	$\frac{40}{18}$	621
Черкаси	$\frac{34}{21}$	$\frac{30}{20}$	$\frac{34}{12}$	$\frac{38}{-}$	$\frac{46}{-}$	$\frac{69}{-}$	$\frac{67}{-}$	$\frac{54}{-}$	$\frac{46}{-}$	$\frac{39}{-}$	$\frac{42}{3}$	$\frac{37}{17}$	536
Чернівецька область													
Чернівці	$\frac{28}{22}$	$\frac{30}{20}$	$\frac{34}{11}$	$\frac{53}{-}$	$\frac{71}{-}$	$\frac{93}{-}$	$\frac{110}{-}$	$\frac{72}{-}$	$\frac{56}{-}$	$\frac{35}{-}$	$\frac{36}{5}$	$\frac{35}{16}$	653
Чернігівська область													
Семенівка	$\frac{37}{26}$	$\frac{34}{23}$	$\frac{36}{19}$	$\frac{41}{-}$	$\frac{57}{-}$	$\frac{78}{-}$	$\frac{84}{-}$	$\frac{63}{-}$	$\frac{64}{-}$	$\frac{48}{-}$	$\frac{51}{10}$	$\frac{43}{24}$	636
Чернігів	$\frac{37}{26}$	$\frac{36}{25}$	$\frac{36}{17}$	$\frac{43}{-}$	$\frac{54}{-}$	$\frac{67}{-}$	$\frac{71}{-}$	$\frac{63}{-}$	$\frac{53}{-}$	$\frac{43}{-}$	$\frac{48}{6}$	$\frac{44}{21}$	595

Карти та таблиці з [ДБН В.2.6-31:2021]



Рис. В.1. Карта-схема температурних зон України

Таблиця В.1. Мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлових та громадських будівель

Ч.ч.	Вид огорожувальної конструкції	Значення R_{qmin} , $m^2 \cdot K/Вт$, для температурної зони	
		I	II
1	Зовнішні стінові огорожувальні конструкції	4,00	3,50
2	Суміщені покриття, що межують із зовнішнім повітрям	7,00	6,00
3	Покриття опалюваних горищ (технічних поверхів), мансард, горищні перекриття неопалюваних горищ	6,00	5,50
4	Перекриття, що межують із зовнішнім повітрям, та над неопалюваними підвалами	5,00	4,00
5	Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,90	0,70
6	Зенітні ліхтарі	0,80	0,70
7	Зовнішні двері	0,70	0,60

Таблиці з [ДБН В.2.6-31:2006]

Таблиця Г.1. Розрахункові значення коефіцієнтів тепловіддачі внутрішньої $\alpha_в$ та зовнішньої $\alpha_з$ поверхонь огорожувальних конструкцій

Тип конструкції	Коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м ² · К)	
	$\alpha_в$	$\alpha_з$
Зовнішні стіни, дахи, покриття, перекриття над проїздами плоскі та з ребрами при відношенні висоти ребра h до відстані між гранями b сусідніх ребер		
$h/b \leq 0,3$	8,7	23
$h/b > 0,3$	7,6	23
Перекриття горищ та холодних підвалів	8,7	12
Перекриття над холодними підвалами та технічними поверхами, що розташовані нижче рівня землі	8,7	6
Вікна, балконні двері, вітражі та світлопрозорі фасадні системи	8,0	23
Зенітні ліхтарі	9,9	23

Таблиця Г.2. Значення розрахункових теплотехнічних характеристик (частина таблиці)

№ з/п	Назва матеріалу	Характеристика в сухому стані			Розрахунковий вміст вологи за масою в умовах експлуатації w, %		Розрахункові характеристики в умовах експлуатації				
		густина ρ_0 , кг/м³	питома теплоємність c_0 , кДж/(кг·К)	теплопровідність λ_0 Вт/(м·К)			теплопровідність λ_p , Вт/(м·К)		Коефіцієнт теплозасвоєння s, Вт/(м²·К)		коефіцієнт паропроникності μ , мг/(м·год·Па)
					А	Б	А	Б	А	Б	А, Б
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ											
1.1 Волокнисті матеріали											
1	Плити з мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому негофрованої структури	75	0,84	0,047	2	5	0,055	0,062	0,55	0,61	0,55
		125	0,84	0,049	2	5	0,060	0,070	0,73	0,82	0,49
		150	0,84	0,044	2	5	0,055	0,066	0,75	0,87	0,45
		175	0,84	0,046	2	5	0,058	0,072	0,83	0,98	0,41
		200	0,84	0,049	2	5	0,064	0,081	0,93	1,11	0,37
2	Плити з мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому гофрованої структури	175	0,84	0,051	2	5	0,065	0,079	0,88	1,04	0,40
		200	0,84	0,053	2	5	0,071	0,087	0,98	1,16	0,36
3	Плити мінераловатні гофрованої структури	70	0,84	0,042	2	5	0,050	0,055	0,49	0,54	0,54
		100	0,84	0,043	2	5	0,053	0,060	0,60	0,68	0,48
		170	0,84	0,045	2	5	0,059	0,070	0,82	0,97	0,41
4	Плити з мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому (вміст зв'язуючого за масою від 6,5 % до 8,0 %)	150	0,84	0,044	2	5	0,054	0,064	0,76	0,88	0,45
		170	0,84	0,045	2	5	0,055	0,065	0,82	0,97	0,42
		180	0,84	0,046	2	5	0,056	0,066	0,86	1,02	0,40

Продовження таблиці Г.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	Плити з мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому (вміст зв'язуючого за масою від 4,0 % до 5,0 %)	20	0,84	0,044	0,5	1,0	0,048	0,049	0,25	0,26	0,56
		30	0,84	0,043	0,5	1,0	0,046	0,047	0,30	0,31	0,55
		50	0,84	0,042	0,5	1,0	0,045	0,046	0,39	0,40	0,54
		80	0,84	0,041	0,5	1,0	0,044	0,045	0,50	0,53	0,49
		110	0,84	0,042	0,5	1,0	0,045	0,047	0,56	0,57	0,45
		190	0,84	0,043	0,5	1,0	0,047	0,052	0,78	0,82	0,32
6	Плити з мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому (вміст зв'язуючого за масою від 3,5 % до 4,2 %)	30	0,84	0,040	0,5	1,0	0,044	0,045	0,29	0,30	0,55
		50	0,84	0,039	0,5	1,0	0,041	0,042	0,36	0,37	0,52
		70	0,84	0,037	0,5	1,0	0,039	0,040	0,42	0,43	0,50
		110	0,84	0,038	0,5	1,0	0,043	0,044	0,55	0,56	0,45
		140	0,84	0,039	0,5	1,0	0,044	0,045	0,62	0,61	0,41
		180	0,84	0,040	0,5	1,0	0,047	0,048	0,72	0,75	0,34
		220	0,84	0,041	0,5	1,0	0,048	0,050	0,81	0,84	0,32
7	Плити негорючі теплоізоляційні базальто-волокнисті	40	0,84	0,045	2	5	0,053	0,059	0,58	0,66	0,53
		90	0,84	0,041	2	5	0,050	0,054	0,48	0,54	0,50
8	Мати прошивні із мінеральної вати теплоізоляційні	75	0,84	0,048	2	5	0,060	0,064	0,55	0,61	0,49
		125	0,84	0,050	2	5	0,064	0,070	0,73	0,82	0,30
9	Мати мінераловатні прошивні будівельні	70	0,84	0,041	2	5	0,049	0,054	0,48	0,54	0,49
		95	0,84	0,043	2	5	0,053	0,059	0,58	0,66	0,40
10	Мати прошивні теплоізоляційні	50	0,84	0,038	2	5	0,045	0,048	0,39	0,43	0,59
11	Плити зі скляного штапельного волокна, одержаного вертикальним роздувом	30	0,84	0,047	2	5	0,061	0,065	0,35	0,39	0,61
		75	0,84	0,047	2	5	0,062	0,067	0,56	0,62	0,58
		160	0,84	0,052	2	5	0,064	0,070	0,83	0,93	0,53
		190	0,84	0,057	2	5	0,070	0,073	0,95	1,03	0,50
12	Плити зі скляного штапельного волокна, одержаного центрифугально-фільтруно-дуттвовим способом (ЦФДС) (вміст зв'язуючого за масою, від 3,5 % до 4,0 %)	15	0,84	0,040	1	4	0,050	0,051	0,21	0,23	0,61
		55	0,84	0,038	1	4	0,045	0,048	0,38	0,42	0,49
		140	0,84	0,040	1	4	0,049	0,051	0,66	0,73	0,41

Продовження таблиці Г.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
42	Вермикулітобетон	400	0,84	0,09	8	13	0,11	0,13	1,94	2,29	0,19
		600	0,84	0,14	8	13	0,16	0,17	2,87	3,21	0,15
		800	0,84	0,21	8	13	0,23	0,26	3,97	4,58	0,12
1.5 Матеріали теплоізоляційні засипні											
43	Щебінь перлітовий	300	0,84	0,112	1	2	0,115	0,12	1,42	1,51	0,26
44	Гравій шлаковий	300	0,84	0,112	1	3	0,12	0,13	1,56	1,65	0,22
45	Щебінь шлаковий	350	0,84	0,162	1	3	0,17	0,19	2,00	2,16	0,21
46	Щебінь вермикулітовий	250	0,84	0,112	2	3	0,13	0,15	1,48	1,62	0,26
47	Гравій керамзитовий	200	0,84	0,099	2	3	0,11	0,12	1,22	1,3	0,26
		300	0,84	0,14	2	3	0,12	0,13	1,56	1,66	0,25
		400	0,84	0,12	2	3	0,13	0,14	1,87	1,99	0,24
		600	0,84	0,14	2	3	0,17	0,2	2,62	2,91	0,23
		800	0,84	0,18	2	3	0,21	0,23	3,36	3,6	0,21
48	Щебінь шлакопемзовий	400	0,84	0,17	2	3	0,21	0,23	2,35	2,52	0,24
49	Пісок вермикулітовий	100	0,84	0,064	1	3	0,076	0,08	0,7	0,75	0,3
		200	0,84	0,076	1	3	0,09	0,11	1,08	1,24	0,23
50	Пісок для будівельних робіт	1600	0,84	0,35	1	2	0,47	0,58	6,95	7,91	0,17
1.6 Розчини теплоізоляційні											
51	Розчини цементно-перлітові	600	0,84	0,14	10	15	0,19	0,23	3,24	3,84	0,17
		800	0,84	0,16	7	12	0,21	0,26	3,73	4,51	0,16
		1000	0,84	0,21	7	12	0,26	0,30	4,64	5,42	0,15
52	Розчини гіпсоперлітові	400	0,84	0,09	6	10	0,13	0,15	2,03	2,35	0,53
		500	0,84	0,12	6	10	0,15	0,19	2,44	2,95	0,43
53	Розчини цементно-кремнезитові	200	0,84	0,063	4	8	0,072	0,08	1,03	1,17	0,35
		300	0,84	0,073	4	8	0,082	0,09	1,34	1,52	0,29
54	Розчини цементно-шлакові	1200	0,84	0,35	2	4	0,47	0,58	6,16	7,15	0,14
		1400	0,84	0,41	2	4	0,52	0,64	7,0	8,11	0,11

Продовження таблиці Г.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
71	Дуб поперек волокон	700	2,3	0,10	10	15	0,18	0,23	5,0	5,86	0,05
72	Дуб уздовж волокон	700	2,3	0,23	10	15	0,35	0,41	6,9	7,83	0,3
73	Фанера клесна	600	2,3	0,12	10	13	0,15	0,18	4,22	4,73	0,02
74	Картон облицовальний	1000	2,3	0,18	5	10	0,21	0,23	6,2	6,75	0,06
75	Картон будівельний багатошаровий	650	2,3	0,13	6	12	0,15	0,18	4,26	4,89	0,083
2.6 Цегляна кладка з порожнистої цегли											
76	Керамічної порожнистої густиною 1400 кг/м³ (брутто) на цементно-піщаному розчині	1600	0,88	0,47	1	2	0,58	0,64	7,91	8,48	0,14
77	Керамічної порожнистої густиною 1300 кг/м³ (брутто) на цементно-піщаному розчині	1400	0,88	0,41	1	2	0,52	0,58	7,01	7,56	0,16
78	Керамічної порожнистої густиною 1000 кг/м³ (брутто) на цементно-піщаному розчині	1200	0,88	0,35	1	2	0,47	0,52	6,16	6,62	0,17
2.7 Кладка з виробів бетонних											
79	3 блоків керамзитшлакобетонних на цементно-піщаному розчині густиною 800 кг/м³ (брутто) густиною 850 кг/м³ (брутто)	1350	0,88	0,34	1	2	0,46	0,51	5,95	6,41	0,15
		1400	0,88	0,31	1	2	0,37	0,43	5,06	5,91	0,15
80	3 блоків кремнезитоцементних на вапняному розчині із сіпорового та кварцового піску	400	0,88	0,085	3	6	0,09	0,092	1,62	1,74	0,22
3 МАТЕРІАЛИ КОНСТРУКЦІЙНІ											
3.1 Бетони конструкційні											
81	Залізобетон	2500	0,84	1,69	2	3	1,92	2,04	17,98	18,95	0,03
82	Бетон на гравії або щебені з природного каменю	2400	0,84	1,51	2	3	1,74	1,86	16,77	17,88	0,03
3.2 Розчини будівельні											
83	Розчин цементно-піщаний	1600	0,84	0,47	2	4	0,70	0,81	8,69	9,76	0,12
84	Розчин складний (пісок, вапно, цемент)	1700	0,84	0,52	2	4	0,70	0,87	8,95	10,42	0,098
85	Розчин вапняно-піщаний	1800	0,84	0,58	2	4	0,76	0,93	9,6	11,09	0,09
3.3 Облицювання природним каменем та керамічною плиткою											
86	Плити та вироби з природного каменю: - граніт, гнейс та базальт	2800	0,88	3,49	0	0	3,49	3,49	25,04	25,04	0,008
87	- мармур	2800	0,88	2,91	0	0	2,91	2,91	22,86	22,86	0,008

Кінець таблиці Г.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
88	- вапняк	1600	0,88	0,58	2	3	0,73	0,81	9,06	9,75	0,09
		1800	0,88	0,70	2	3	0,93	1,05	10,85	11,77	0,075
		2000	0,88	0,93	2	3	1,16	1,28	12,77	13,7	0,06
89	- туф	1000	0,88	0,21	3	5	0,24	0,29	4,2	4,8	0,11
		1200	0,88	0,27	3	5	0,35	0,41	5,55	6,25	0,11
		1400	0,88	0,33	3	5	0,43	0,52	6,64	7,6	0,098
		1600	0,88	0,41	3	5	0,52	0,64	7,81	9,02	0,09
		1800	0,88	0,56	3	5	0,7	0,81	9,61	10,76	0,083
		2000	0,88	0,76	3	5	0,93	1,05	11,68	12,92	0,075
90	Плити керамічні для підлоги	2000	0,88	0,89	3	5	0,96	1,1	11,63	12,55	0,06
3.4 Кладка цегляна з повнотілої цегли											
91	Глиняної звичайної на цементно-піщаному розчині	1800	0,88	0,56	1	2	0,70	0,81	9,2	10,12	0,11
92	Глиняної звичайної на цементно-шлаковому розчині	1700	0,88	0,52	1,5	3	0,64	0,76	8,64	9,7	0,12
93	Глиняної звичайної на цементно-перлітовому розчині	1600	0,88	0,47	2	4	0,58	0,70	8,08	9,23	0,15
94	Силікатної на цементно-піщаному розчині	1800	0,88	0,70	2	4	0,76	0,87	9,77	10,9	0,11
95	Трепельної на цементно-піщаному розчині	1000	0,88	0,29	2	4	0,41	0,47	5,35	5,96	0,23
		1200	0,88	0,35	2	4	0,47	0,52	6,26	6,49	0,19
96	Шлакової на цементно-піщаному розчині	1500	0,88	0,52	1,5	3	0,64	0,70	8,12	8,76	0,11
3.5 Матеріали покрівельні, гідроізоляційні та покриття полімерні для підлог											
97	Листи азбестоцементні	1600	0,84	0,23	2	3	0,35	0,41	6,14	6,8	0,03
		1800	0,84	0,35	2	3	0,47	0,52	7,55	8,12	0,03
98	Матеріали бітумні, бітумно-полімерні покрівельні та гідроізоляційні	1000	1,68	0,17	0	0	0,17	0,17	4,56	4,56	0,008
		1200	1,68	0,22	0	0	0,22	0,22	5,69	5,69	0,008
		1400	1,68	0,27	0	0	0,27	0,27	6,8	6,8	0,008
99	Асфальтобетон	2100	1,68	1,05	0	0	1,05	1,05	16,43	16,43	0,008
100	Руберойд, пергамін	600	1,68	0,17	0	0	0,17	0,17	3,53	3,53	—

Таблиця Г.3. Приведений опір теплопередачі склопакетів

Кількість камер у склопакеті	Варіанти скління*	Газовий склад середовища камер склопакетів, %			Опір теплопередачі м²К/Вт
		Повітря	Криптон	Аргон	
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4K		50	50	0,80
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4K		25	75	0,78
2	4K-10-4M ₁ -10-4K	100			0,73
2	4M ₁ -10-4K-10-4K		100		1,28
2	4K-10-4M ₁ -10-4K		100		1,32
2	4M ₁ -8-4M ₁ -8-4i	100			0,61
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i	100			0,64
2	4M ₁ -12-4M ₁ -12-4i	100			0,68
2	4M ₁ -16-4M ₁ -16-4i	100			0,72
2	4M ₁ -6-4M ₁ -6-4i			100	0,64
2	4M ₁ -8-4M ₁ -8-4i			100	0,67
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i			100	0,71
2	4M ₁ -12-4M ₁ -12-4i			100	0,75
2	4M ₁ -16-4M ₁ -16-4i			100	0,80
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i		100		0,94
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i		75	25	0,90
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i		50	50	0,85
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i		25	75	0,78
2	4i-10-4M ₁ -10-4i	100			0,93
2	4i-10-4M ₁ -10-4i		100		1,35
2	4i-10-4M ₁ -10-4i		75	25	1,28
2	4i-10-4M ₁ -10-4i		50	50	1,18
2	4i-10-4M ₁ -10-4i		25	75	1,14

* Примітка. Порядок скління - від зовнішньої поверхні.
Позначення скла: M₁ - листове стандартне, K - енергозберігаюче з твердим покриттям,
i - енергозберігаюче з м'яким покриттям.

Таблиці з [ДБН В.1.2-2:2006]

Таблиця Д.1. Характеристичні і квазіпостійні значення рівномірно розподілених тимчасових навантажень (частина таблиці)

Будівлі та приміщення	Характеристичні значення навантажень, кПа (кгс/м ²)	Квазіпостійні значення навантажень, кПа (кгс/м ²)
підприємств і громадських будівель і споруд		
3 Кабінети і лабораторії установ охорони здоров'я; лабораторії установ освіти, науки; приміщення електронно-обчислювальних машин; кухні громадських будівель; технічні поверхи; підвальні приміщення	Не менш 2,0 (200)	Не менш 1,2 (120)
4 Зали:		
а) читальні	2,0 (200)	0,85 (85)
б) обідні (у кафе, ресторанах, їдальнях)	3,0 (300)	1,2 (120)
в) зборів і нарад, чекання, видовищні і концертні, спортивні	4,0 (400)	1,7 (170)
г) торгові, виставкові та експозиційні	Не менш 4,0 (400)	Не менш 1,7 (170)
5 Книгосховища, архіви	Не менш 5,0 (500)	Не менш 5,0 (500)
6 Сцени видовищних установ	Не менш 5,0 (500)	Не менш 2,1 (210)
7 Трибуни:		
а) із закріпленими сидіннями	4,0 (400)	1,7 (170)
б) для глядачів, що стоять	5,0 (500)	1,8 (180)
8 Горищні приміщення	0,7 (70)	-
9 Покриття на ділянках:		
а) з можливим скупченням людей (що виходять з виробничих приміщень, залів, аудиторій тощо)	4,0 (400)	1,7 (170)
б) що використовуються для відпочинку	1,5 (150)	0,6 (60)
в) інших	0,5 (50)	-
10 Балкони (лоджії) з урахуванням навантаження:		
а) смугового рівномірного на ділянці завширшки 0,8 м уздовж огороження балкона (лоджії)	4,0 (400)	1,7 (170)
б) суцільного рівномірного на площі балкона (лоджії), вплив якого більш несприятливий, ніж обумовлений у поз.10,а	2,0 (200)	0,85 (85)
11 Ділянки обслуговування і ремонту устаткування у виробничих приміщеннях	Не менш 1,5 (150)	-
12 Вестибулі, фойє, коридори, сходи (з проходами до них), що прилягають до приміщень, зазначених у позиціях:		
а) 1, 2 і 3	3,0 (300)	1,0 (100)

Таблиця Д.2. Коефіцієнт надійності за граничним навантаженням для власної ваги

Конструкції споруд та вид ґрунтів	γ_{fm}
Конструкції	
металеві, у яких зусилля від власної ваги:	
менші 50 %	1,05 (0,95)
дорівнюють або перевищують 50 %	1,10 (0,90)
бетонні (з середньою густиною понад 1600 кг/м ³), залізобетонні, кам'яні, армокам'яні, дерев'яні	1,10 (0,90)
бетонні (з середньою густиною 1600 кг/м ³ і менше), ізоляційні, вирівнювальні та опоряджувальні шари (плити, матеріали у рулонах, засипки, стяжки тощо), виконані:	
у заводських умовах	1,20 (0,90)
на будівельному майданчику	1,30 (0,90)
Ґрунти:	
у природному заляганні	1,10 (0,90)
насіпні	1,15 (0,90)

Таблиця Д.3. Коефіцієнт надійності за експлуатаційним розрахунковим значенням снігового навантаження

η	0,002	0,005	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,1
γ_{fe}	0,88	0,74	0,62	0,49	0,40	0,34	0,28	0,10

Таблиця Д.4. Характеристичні значення навантажень і впливів для міст України (частина таблиці)

Міста обласного підпорядкування	W_0 (Па)	S_0 (Па)	b (мм)	W_B (Па)
Тернопільська область				
Тернопіль	520	1390	17	230
Харківська область				
Харків	430	1600	14	230
Ізюм	430	1460	19	210
Куп'янськ	450	1460	19	210
Лозова	480	1490	19	230
Люботин	450	1570	15	250
Первомайський	450	1510	18	230
Чугуїв	430	1600	15	220
Херсонська область				
Херсон	480	760	19	290
Каховка	460	840	19	320
Нова Каховка	450	820	19	320
Хмельницька область				
Хмельницький	500	1340	19	230
Кам'янець-Подільський	460	1270	19	210
Нетішин	520	1330	18	210
Славута	510	1350	18	210
Шепетівка	500	1370	19	210
Черкаська область				
Черкаси	420	1520	18	220
Ватутіне	410	1420	19	210
Канів	410	1540	15	210
Золотоноша	410	1560	18	210
Сміла	420	1480	18	210
Умань	440	1440	19	210
Чернівецька область				
Чернівці	500	1320	22	210
Чернігівська область				
Чернігів	410	1720	16	160
Ніжин	370	1690	15	180
Прилуки	370	1640	19	210

Створення та конструювання ферми в ПК LIRA-FEM

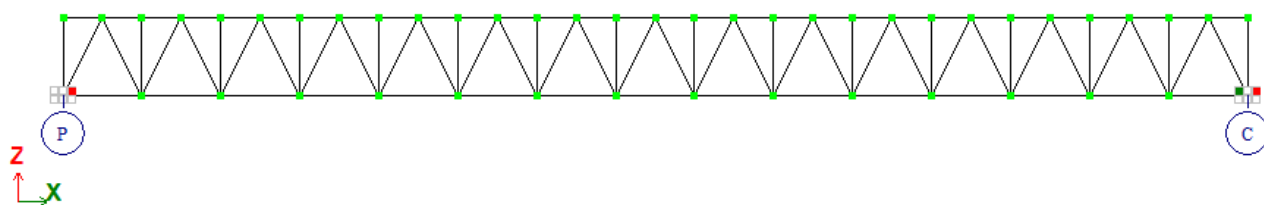


Рис. Е.1. Скінченно елементна модель ферми з відображенням в'язей

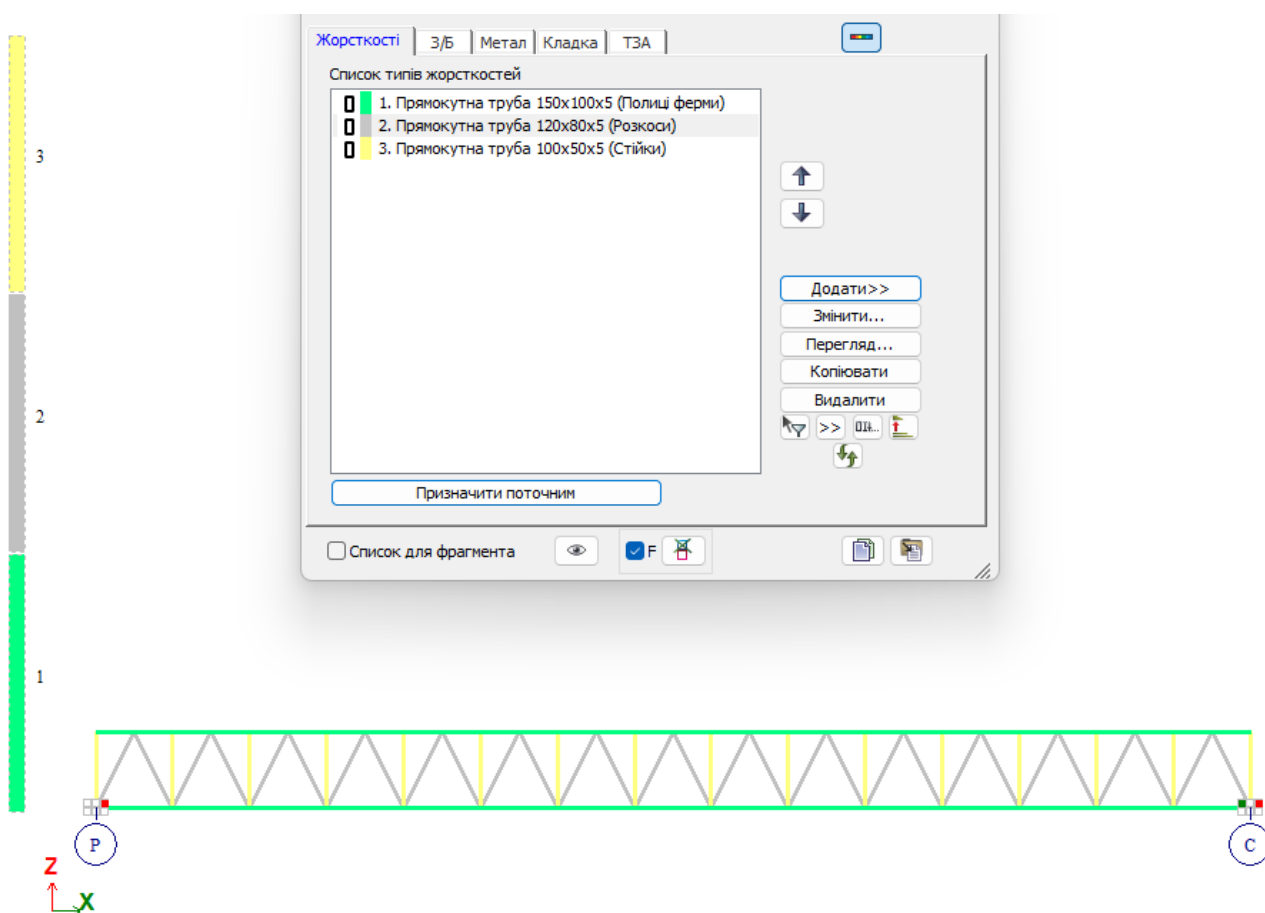


Рис. Е.2. Задані жорсткості стержневим елементам ферми

Розрахунків Сполучення Зусиль

Номер таблиці РСЗ1

Ім'я таблиці РСЗДБН_1

Будівельні нормиДБН В. 1.2 - 2:2006

Номер завантаження1Власна вага ферми

Вид завантаженняПостійне(0)

К надійності за відповідальністю

для I-го ГС1.00

для II-го ГС1.00

для аварійних сполучень1.00

N групи об'єднаних тимчасових завантажень0

Враховувати знакозмінність☐

N групи взаємовиключаючих завантажень0

NN супутніх завантажень00

Відношення коефіцієнтів1.05

Відношення P_q / P_{ch} 1.00

Не враховувати для II-го гран. стану☐

Обмеження для кранів та гальм

Кран☐

Гальмо☐

Коефіцієнти для РСЗ

#	1 основ.	2 основ.	Аварійн.	Авар.(б С	5 сполуч.	6 сполуч.	7 сполуч.
1	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00	0.00
2	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00	0.00
3	1.00	0.90	0.50	0.80	0.00	0.00	0.00

Зведена таблиця для обчислення РСЗ:

№	Ім'я завантаж...	Вид	Параметри РСЗ	Коефіцієнти РСЗ
1	Власна вага ...	Постійне(0)	0 0 0 0 0 0 1.05 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
2	Власна вага ...	Постійне(0)	0 0 0 0 0 0 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
3	Устаткуванн...	Короткочасн...	2 0 0 0 0 0 1.20 0.35	1.00 0.90 0.50 0.80

Рис. Е.3. Створена таблиця РСЗ

Варіанти конструювання

Список варіантів конструювання схеми

1. ДБН

Призначити поточним

Редагування варіанта

Номер: 1 ID:

Ім'я: ДБН

Розрахунок перерізів по:

☒ РСЗ ДБН_1

☐ РСН

☐ Зусилля

Залізобетонний розрахунок

Норми ДБН В. 2.6-98:2009

☒ Підбір армування

☐ Перевірка заданого армування

Основний режим

Металевий розрахунок

Норми ДБН В. 2.6-198:2014

☒ Підбір перерізів

☒ Перевірка заданих перерізів

Розрахунок армокамі'яних конструкцій

Норми ДБН В. 2.6-162

Рис. Е.4. Варіанти конструювання

Parameters dialog box showing material assignment details.

Номер	1
Коментар	Матеріал
Набір параметрів	Точна відповідність
Переріз	
Таблиця матеріалів	Сталь, лист (ДБ...
Матеріал	C295
Скорочений сортамент	Hi
Матеріал Матеріал поперечного перерізу стержня	

Buttons: OK, Скасувати

Рис. Е.5. Задання матеріалу

Two screenshots of the 'Parameters' dialog box for additional characteristics.

а) Для полиць:

Норми проектування	ДБН В.2.6-198:2014
Номер	1
Коментар	Полиці ферми
Тип елемента	
Фермовий	☒
Колона	☐
Балка	☐
Універсальний	☐
Коефіцієнти умов роботи та надійності	
Ус стійкості	1
Ус міцності	1
Додатковий Ус=0.8	☐
Уп*	1
Гранична гнучкість	
елемент поясу або опорний розкіс ферми	☒
неопірний елемент решітки ферми	☐
одиначний елемент структурної конструк...	☐
інший	☐
На стиск	180-60a
На розтяг	300
Розрахункові довжини	
Kz	1
Ky	1
використовувати коефіцієнти довжини	☒
елемент поясу або опорний розкіс ферми Гранична гнучкість на стиск фермового елемента, що залежить від коефіцієнта $a=N/(\Phi \cdot A \cdot R_y \cdot Y_c)$. Щоб ввести чисельне значення граничної гнучкості, виберіть випадок «Інший»	

Buttons: OK, Скасувати

б) Для елементів решітки:

Норми проектування	ДБН В.2.6-198:2014
Номер	2
Коментар	Решітка
Тип елемента	
Фермовий	☒
Колона	☐
Балка	☐
Універсальний	☐
Коефіцієнти умов роботи та надійності	
Ус стійкості	1
Ус міцності	1
Додатковий Ус=0.8	☐
Уп*	1
Гранична гнучкість	
елемент поясу або опорний розкіс ферми	☐
неопірний елемент решітки ферми	☒
одиначний елемент структурної конструк...	☐
інший	☐
На стиск	210-60a
На розтяг	300
Розрахункові довжини	
Kz	1
Ky	1
використовувати коефіцієнти довжини	☒
неопірний елемент решітки ферми Гранична гнучкість на стиск фермового елемента, що залежить від коефіцієнта $a=N/(\Phi \cdot A \cdot R_y \cdot Y_c)$. Щоб ввести чисельне значення граничної гнучкості, виберіть випадок «Інший»	

Buttons: OK, Скасувати

а)

б)

Рис. Е.6. Додаткові характеристики: а – для полиць; б – для елементів решітки

Розрахунок ферми в ПК LIRA-FEM

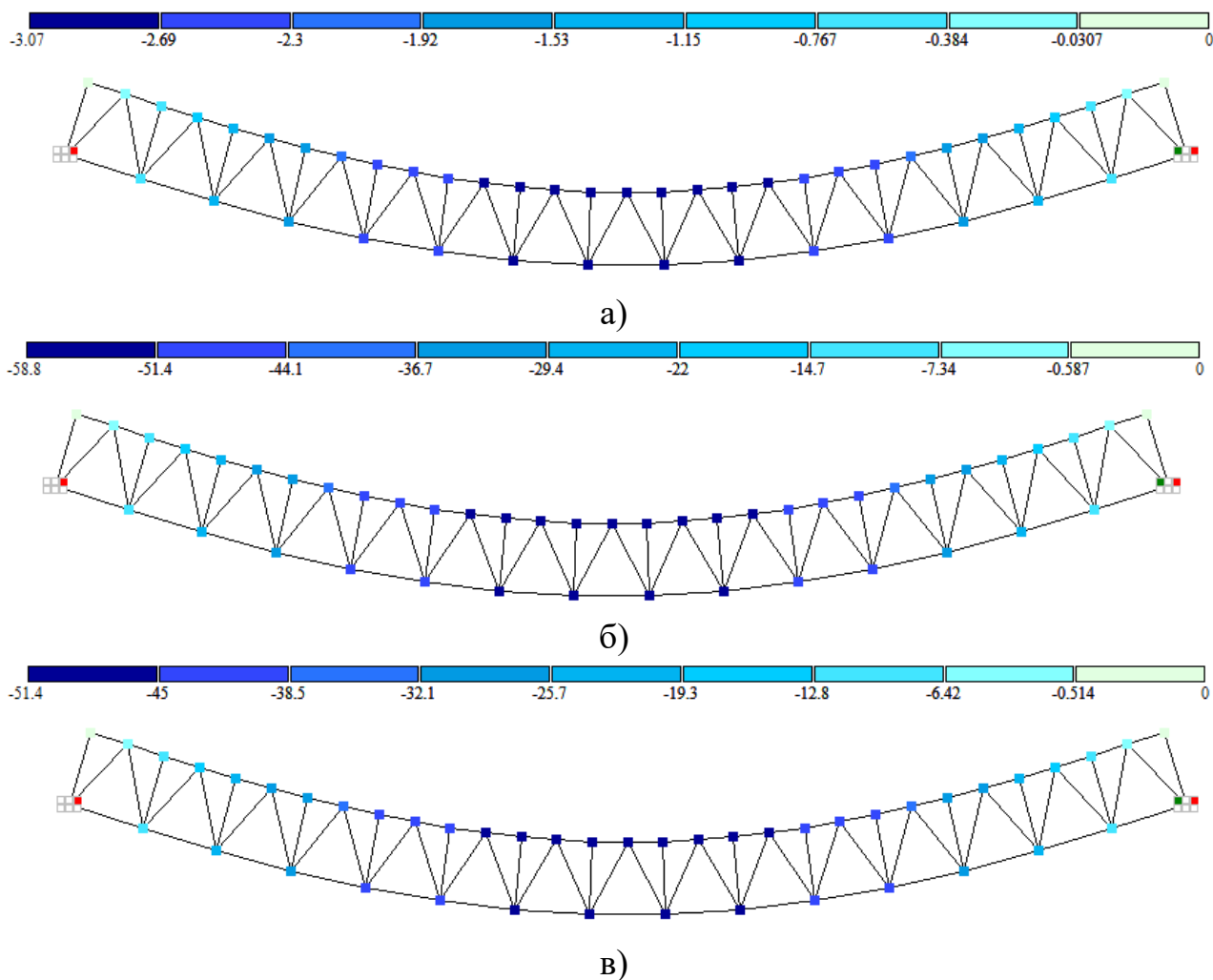
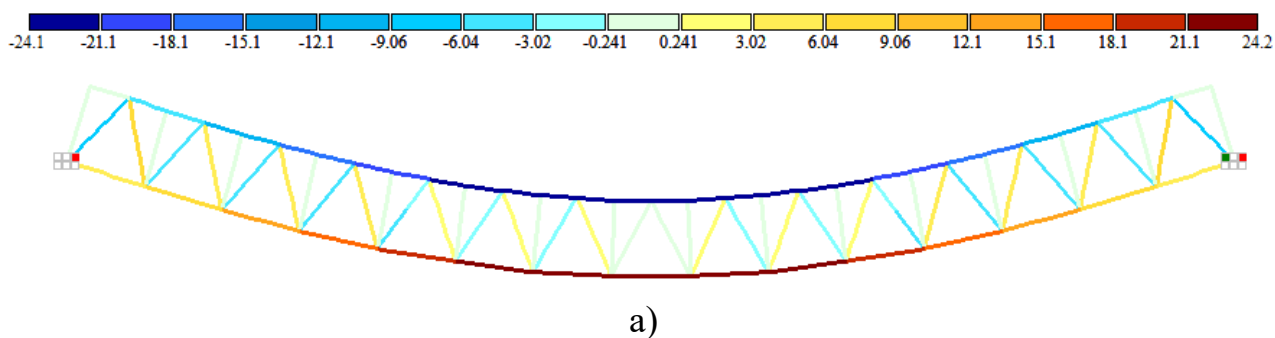


Рис. Ж.1. Мозаїка переміщень у вузлах по осі $Z(G)$, мм для кожного завантаження: а – власна вага ферми; б – власна вага перекриття; в – устаткування та люди



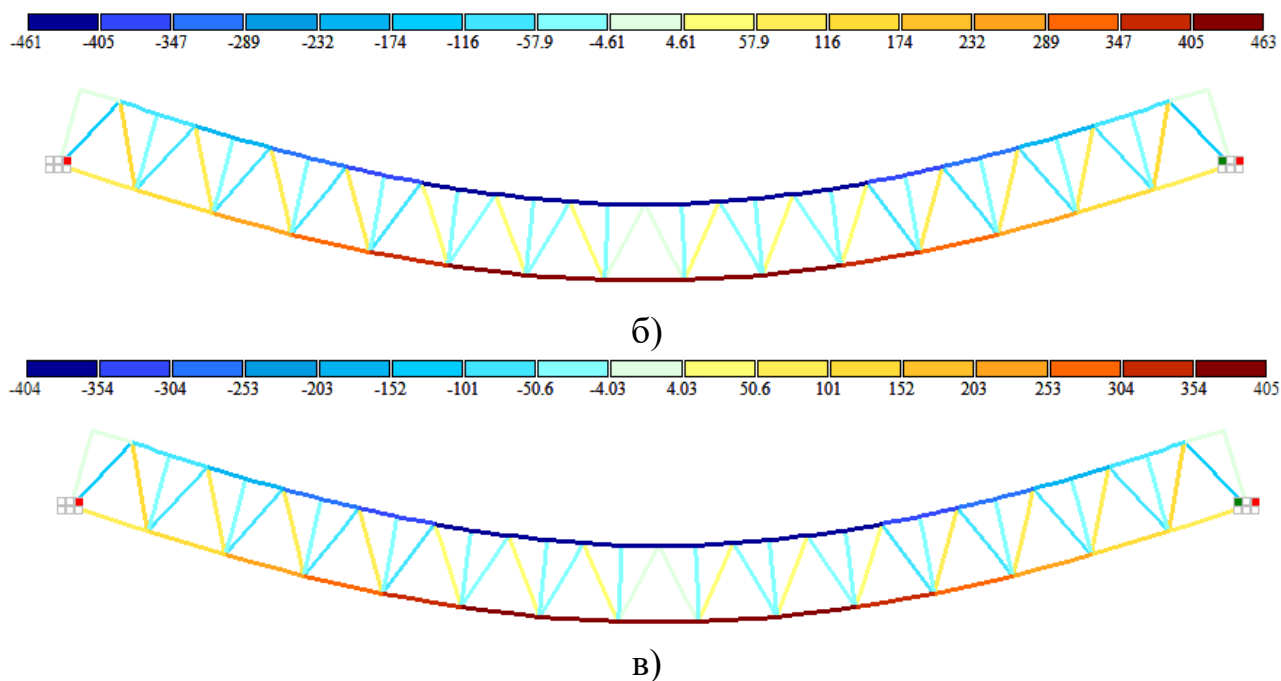


Рис. Ж.2. Мозаїка зусиль N , кН для кожного завантаження: а – власна вага ферми; б – власна вага перекриття; в – устаткування та люди

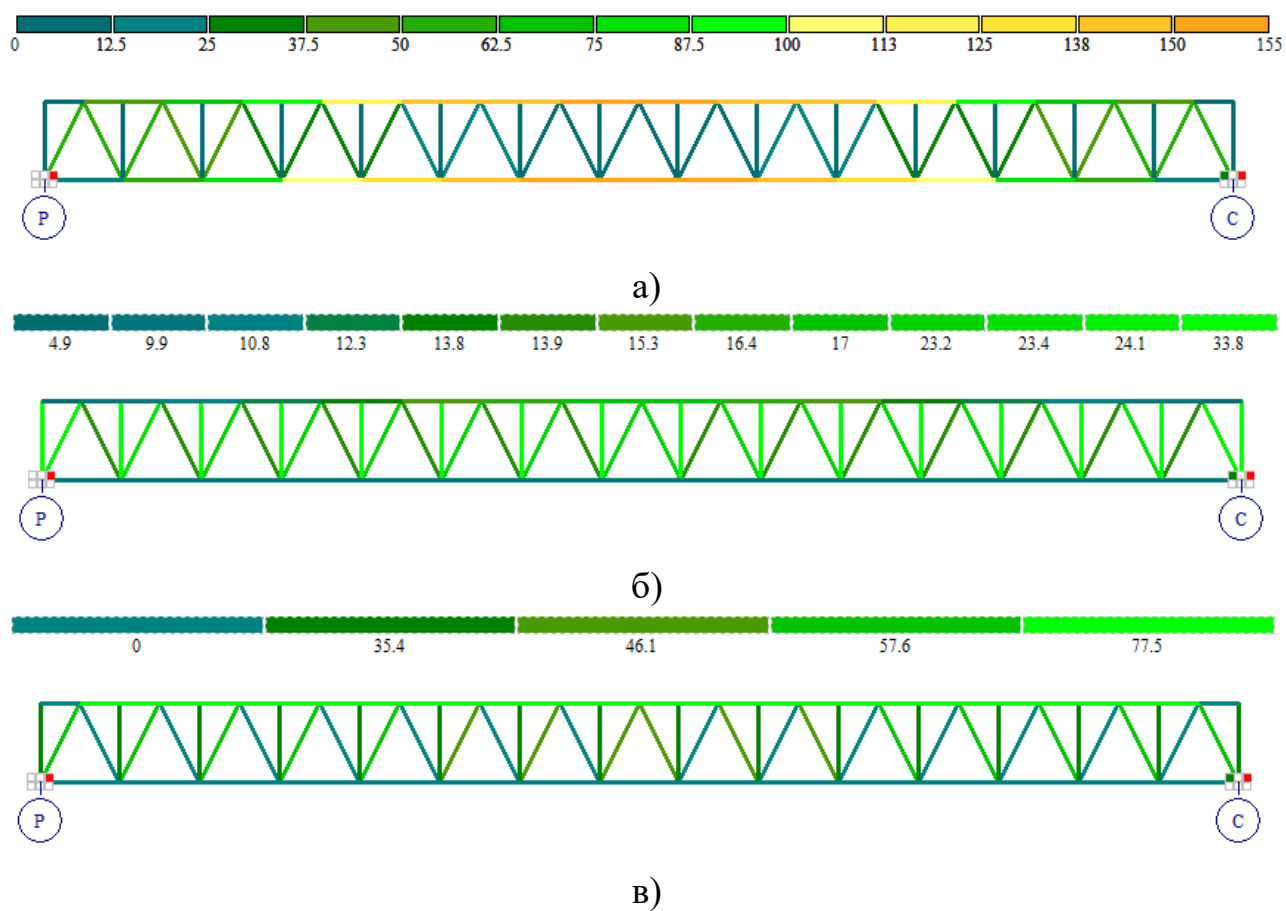


Рис. Ж.3. Результати перевірки конструювання: а – 1ГС; б – 2ГС; в – МС

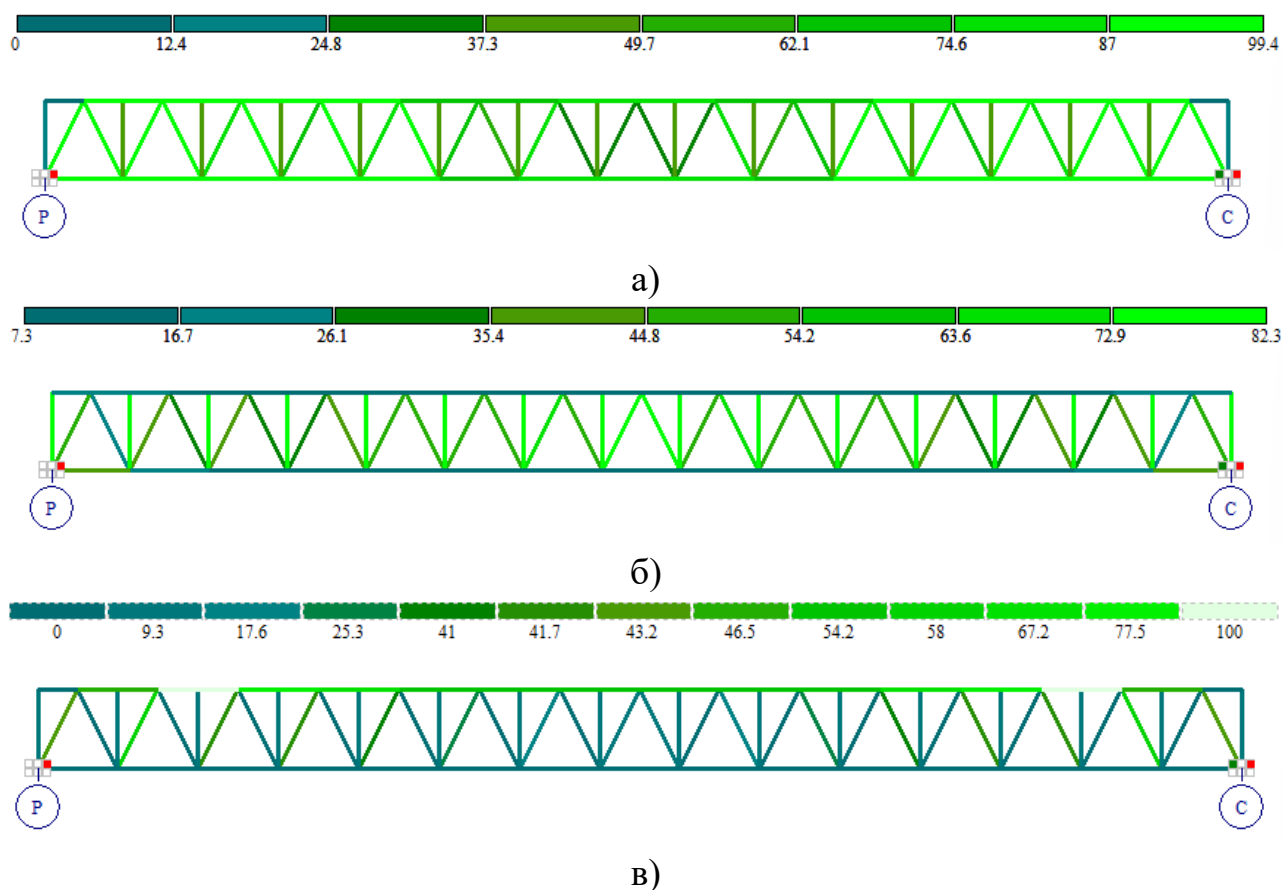


Рис. Ж.4. Результати підбору конструювання: а – 1ГС; б – 2ГС; в – МС

Підібрані перерізи (Метал)

Схема: Основна схема

Показати

Поточні перерізи

- 1. Прямокутна труба 150x100x5 (Полиці ферми)
- 2. Прямокутна труба 120x80x5 (Розкоси)
- 3. Прямокутна труба 100x50x5 (Стійки)

Підібрані перерізи

#	Профіль	Метал	*
11	І160x120x6	C295	
12	І160x80x4	C295	
13	І180x140x8	C295	
14	І40x25x4	C295	
15	І50x25x4	C295	
16	І100x50x4	C295	
17	І100x50x5	C295	
18	І40x25x4	C295	
19	І50x30x4	C295	
20	І60x40x4	C295	
21	І80x40x4	C295	
22	І80x60x4	C295	
23	І100x50x4	C295	
24	І100x50x5	C295	
25	І40x25x4	C295	
26	І40x25x4	C295	
27	І40x25x4	C295	

Рис. Ж.5. Підібрані перерізи

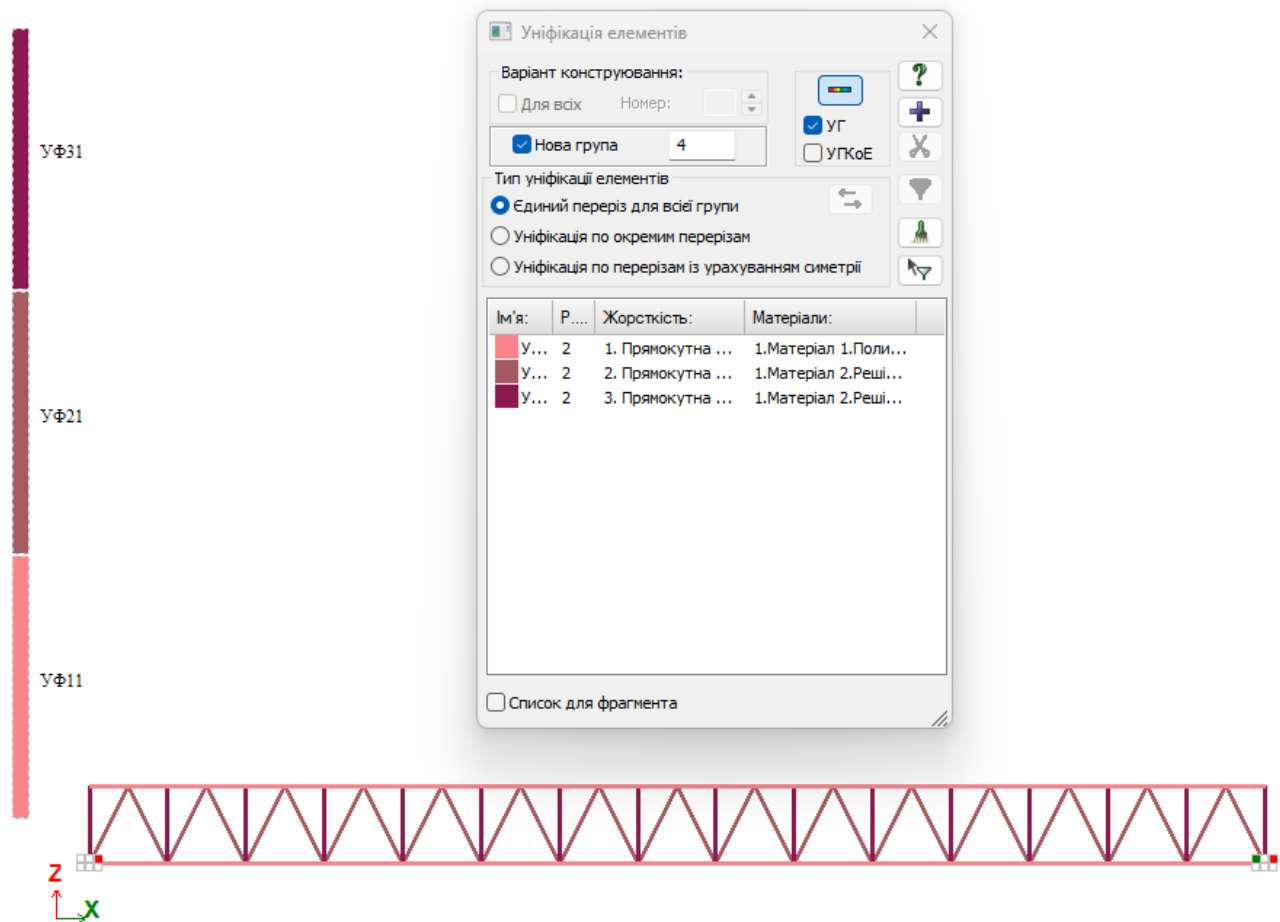


Рис. Ж.6. Уніфікація елементів

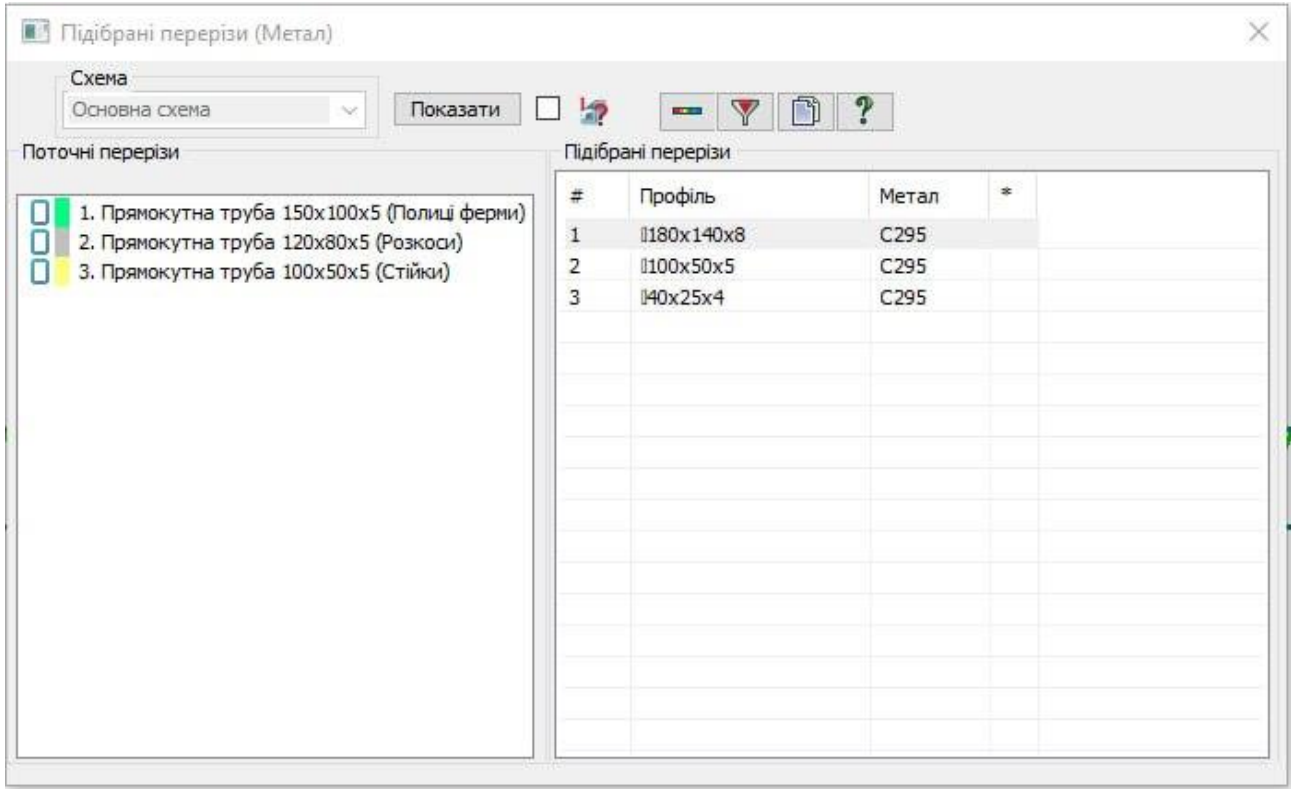


Рис. Ж.7. Уніфікований підбір перерізів

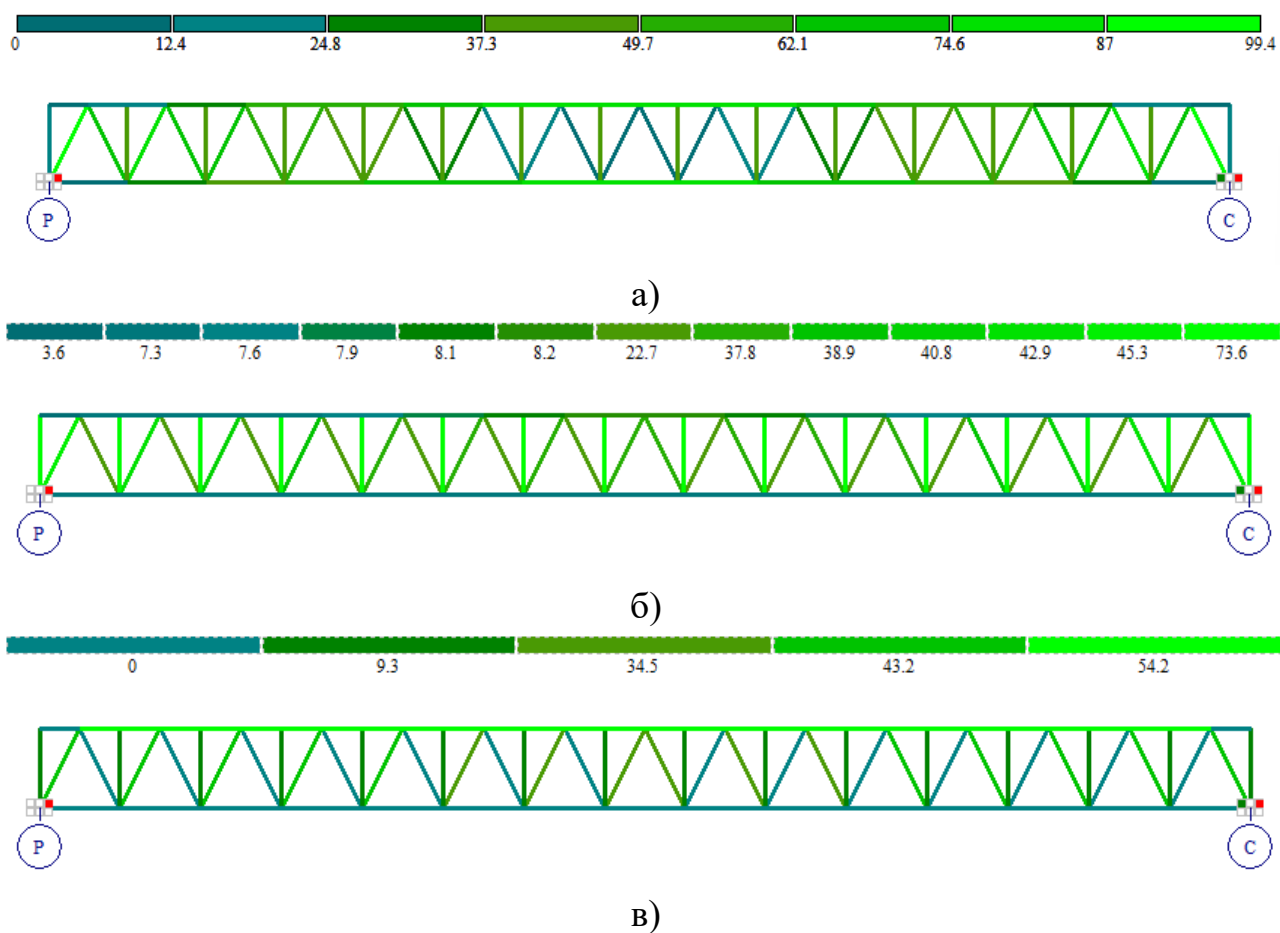


Рис. Ж.8. Результаты унифицированного расчета: а – 1ГС; б – 2ГС; в – МС

Розрахунок основ та фундаментів

Таблиця И.1. Коефіцієнти до визначення величини розрахункового опору ґрунтової основи

Кут внутрішнього тертя φ , град	Коефіцієнти			Кут внутрішнього тертя φ , град	Коефіцієнти		
	M_γ	M_q	M_c		M_γ	M_q	M_c
0	0.00	1.00	3.14	23	0.69	3.65	6.24
1	0.01	1.06	3.23	24	0.72	3.87	6.45
2	0.03	1.12	3.32	25	0.78	4.11	6.67
3	0.04	1.18	3.41	26	0.84	4.37	6.90
4	0.06	1.25	3.51	27	0.91	4.64	7.14
5	0.08	1.32	3.61	28	0.98	4.93	7.40
6	0.10	1.39	3.71	29	1.06	5.25	7.67
7	0.12	1.47	3.82	30	1.15	5.59	7.95
8	0.14	1.55	3.93	31	1.24	5.95	8.24
9	0.16	1.64	4.05	32	1.34	6.34	8.55
10	0.18	1.73	4.17	33	1.44	6.76	8.88
11	0.21	1.83	4.29	34	1.55	7.22	9.22
12	0.23	1.94	4.42	35	1.68	7.71	9.58
13	0.26	2.05	4.55	36	1.81	8.24	9.97
14	0.29	2.17	4.69	37	1.95	8.81	10.37
15	0.32	2.30	4.84	38	2.11	9.44	10.80
16	0.36	2.43	4.99	39	2.28	10.11	11.25
17	0.39	2.57	5.15	40	2.46	10.85	11.73
18	0.43	2.73	5.31	41	2.66	11.64	12.24
19	0.47	2.89	5.48	42	2.88	12.51	12.79
20	0.51	3.06	5.66	43	3.12	13.46	13.37
21	0.56	3.24	5.84	44	3.38	14.50	13.98
22	0.61	3.44	6.04	45	3.66	15.64	14.64

Таблиця И.2. Значення коефіцієнта α

$\xi = 2z/b$ $\xi = z/r$	Круглий фунда- мент	Прямокутний фундамент зі співвідношенням сторін $\eta = l/b$						Стрічковий фундамент при $\eta \geq 10$
		1.0	1.4	1.8	2.4	3.2	5.0	
0.0	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.4	0.949	0.960	0.972	0.975	0.976	0.977	0.977	0.977
0.8	0.756	0.800	0.848	0.866	0.876	0.879	0.881	0.881
1.2	0.547	0.606	0.682	0.717	0.739	0.749	0.754	0.755
1.6	0.390	0.449	0.532	0.578	0.612	0.629	0.639	0.642
2.0	0.285	0.336	0.414	0.463	0.505	0.530	0.545	0.550
2.4	0.214	0.257	0.325	0.374	0.419	0.449	0.470	0.477
2.8	0.165	0.201	0.260	0.304	0.349	0.383	0.410	0.420
3.2	0.130	0.160	0.210	0.251	0.294	0.329	0.360	0.374
3.6	0.106	0.131	0.173	0.209	0.250	0.285	0.319	0.337
4.0	0.087	0.108	0.145	0.176	0.214	0.248	0.285	0.306
4.4	0.073	0.091	0.123	0.150	0.185	0.218	0.255	0.280
4.8	0.062	0.077	0.105	0.130	0.161	0.192	0.230	0.258
5.2	0.053	0.067	0.091	0.113	0.141	0.170	0.208	0.239
5.6	0.046	0.058	0.079	0.099	0.124	0.152	0.189	0.223
6.0	0.040	0.051	0.070	0.087	0.110	0.136	0.173	0.208
6.4	0.036	0.045	0.062	0.077	0.099	0.122	0.158	0.196
6.8	0.031	0.040	0.055	0.064	0.088	0.110	0.145	0.185
7.2	0.028	0.036	0.049	0.062	0.080	0.100	0.133	0.175
7.6	0.024	0.032	0.044	0.056	0.072	0.091	0.123	0.166
8.0	0.022	0.029	0.040	0.051	0.066	0.084	0.113	0.158
8.4	0.021	0.026	0.037	0.046	0.060	0.077	0.105	0.150
8.8	0.019	0.024	0.033	0.042	0.055	0.071	0.098	0.143
9.2	0.017	0.022	0.031	0.039	0.051	0.065	0.091	0.137
9.6	0.016	0.020	0.028	0.036	0.047	0.060	0.085	0.132
10.0	0.015	0.019	0.026	0.033	0.043	0.056	0.079	0.126
10.4	0.014	0.017	0.024	0.031	0.040	0.052	0.074	0.122
10.8	0.013	0.016	0.022	0.029	0.037	0.049	0.069	0.117
11.2	0.012	0.015	0.021	0.027	0.035	0.045	0.065	0.113
11.6	0.011	0.014	0.020	0.025	0.033	0.042	0.061	0.109
12.0	0.010	0.013	0.018	0.023	0.031	0.040	0.058	0.106