

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

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

**Кафедра технології та організації будівельного виробництва**

## **КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА**

### **Зведення адміністративної будівлі у Харкові**

Розробила: студ. III курсу, групи ПЦБ 2023-2у  
спеціальності 192 - Будівництво та цивільна інженерія  
ОПП «Промислове та цивільне будівництво»

Олещенко Поліна Олександрівна



Керівник: к.ек.н., доц. Савченко О.І.



Рецензент: доцент Братішко С.М.



Харків – 2026 рік

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:  
Завідувач кафедри ТОБВ  
д.т.н., проф. Шумаков І.В.

«    » червня 2026 р.

**З А В Д А Н Н Я**

**ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА**

**ОЛЕЩЕНКО ПОЛІНИ ОЛЕКСАНДРІВНИ**

Спеціальність: *192 - Будівництво та цивільна інженерія*

Освітньо-професійна програма: *Промислове та цивільне будівництво*

Тема кваліфікаційної роботи: *Зведення адміністративної будівлі у Харкові*  
затверджена наказом ректора ХНУМГ ім. О. М. Бекетова № 447-03 від  
26.05.2026 р.

Термін подання завершеної роботи на кафедрі “16” червня 2026 р.

Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: *інженерно-геологічні умови, основні вимоги до несучих та огорожувальних конструкцій будівлі, архітектурно-планувальне рішення об'єкту.*

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): *архітектурно-будівельна частина, розрахунково-конструктивна частина, технологічні рішення та організація будівництва, розділ охорони праці.*









Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

- архітектурно-будівельна частина: *фасади; плани; розріз будівлі; основні конструктивні вузли; генплан.*

- розрахунково-конструктивна частина: *плани перекриття, відомість елементи перекриття; плани фундаментів; розрізи; специфікація арматури.*

- технологічні рішення та організація будівництва: *технологічна карта на влаштування покрівлі із профільного настилу; будгенплан.*

## КОНСУЛЬТАНТИ РОЗДІЛІВ РОБОТИ

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Архітектурно-будівельна частина	доц. Казімагомедов Ф.І.		
2. Розрахунково-конструктивна частина	Розрахунок підземної частини об'єкту		
	Розрахунок надземної частини об'єкту	доц. Савченко О.І.	
3. Технологічні рішення та організація будівництва	доц. Савченко О.І.		
4. Охорона праці	доц. Косенко Н.О.		
Нормоконтроль	зав.лаб. Зінов'єва О.М.		

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1. Архітектурно-будівельна частина	05.03.26-25.03.26	<i>виконано</i>
2. Розрахунково-конструктивна частина	27.03.26-27.04.26	<i>виконано</i>
3. Технологічні рішення та організація будівництва	29.04.26-20.05.26	<i>виконано</i>
4. Охорона праці	22.05.26-31.05.26	<i>виконано</i>

Керівник кваліфікаційної роботи



доц. Савченко О.І.

Завдання прийняв до виконання



Олещенко П.О.

Дата видачі завдання “05”березня 2026 р.

## ЗМІСТ

Розділ 1. Архітектурно-будівельна частина.....	5
1.1 Основні передумови та вихідні параметри проектування адміністративної будівлі.....	5
1.2 Аналіз інженерно-геологічних умов та оцінка ґрунтової основи майданчика будівництва .....	6
1.3 Формування генерального плану та планувальна організація території .....	8
1.4 Формування об'ємно-просторової структури адміністративної будівлі .....	9
1.5 Конструктивна схема та архітектурно-технічні рішення адміністративної будівлі .....	11
1.6 Інженерно-технічне забезпечення та системи життєзабезпечення адміністративної будівлі.....	14
1.7 Оцінка теплозахисних властивостей зовнішньої огорожувальної конструкції адміністративної будівлі.....	15
Розділ 2. Розрахунково-конструктивна частина .....	18
2.1 Визначення параметрів фундаментної системи та розрахунок основи .....	18
2.2 Розрахунок несучих елементів надземної частини адміністративної будівлі .....	23
Розділ 3. Технологічні рішення та організація будівництва.....	35
Розділ 4. Охорона праці.....	50
Список використаних джерел.....	76

# РОЗДІЛ І

## АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

### 1.1 Основні передумови та вихідні параметри проєктування адміністративної будівлі

Кваліфікаційною роботою передбачається розроблення проєкту адміністративної будівлі, будівництво якої планується у місті Харкові. Архітектурно-будівельні рішення приймалися з урахуванням функціонального призначення об'єкта, містобудівних умов, кліматичних характеристик району будівництва, вимог чинних нормативних документів та сучасних принципів забезпечення надійності й енергоефективності будівель.

Під час виконання проєкту були використані положення чинних державних будівельних норм, зокрема ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи», ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія», ДБН В.2.2-9:2018 «Громадські будинки та споруди», а також нормативні документи у сфері пожежної безпеки, інженерного забезпечення та планування територій. Район будівництва характеризується помірно континентальними кліматичними умовами з вираженими сезонними температурними коливаннями. Відповідно до кліматичного районування територія м. Харкова належить до V снігового району та II вітрового району України. Для виконання розрахунків навантажень прийнято нормативне снігове навантаження  $160 \text{ кгс/м}^2$ , а швидкісний напір вітру становить  $45 \text{ кгс/м}^2$ . Нормативна глибина сезонного промерзання ґрунтів для даного району складає 1,20 м.

При розробленні конструктивних рішень враховано клас наслідків та ступінь відповідальності будівлі. Проєктований об'єкт належить до II класу відповідальності, що обумовлює підвищені вимоги до надійності несучих конструкцій, довговічності матеріалів та забезпечення експлуатаційної безпеки. За ступенем вогнестійкості будівля прийнята II ступеня, що

забезпечує необхідний рівень пожежної безпеки та відповідає функціональному призначенню об'єкта.

Під час проєктування особлива увага приділялася створенню раціональної об'ємно-планувальної структури будівлі, забезпеченню зручних функціональних зв'язків між приміщеннями, а також дотриманню санітарно-гігієнічних і протипожежних вимог. Архітектурні рішення приймалися з урахуванням сучасних тенденцій громадського будівництва, необхідності енергоощадності та забезпечення комфортних умов перебування людей у приміщеннях.

Конструктивна схема будівлі обрана з урахуванням інженерно-геологічних умов ділянки, архітектурно-планувальних рішень та економічної доцільності. Передбачено використання сучасних будівельних матеріалів і технологій, що дозволяє забезпечити необхідну міцність, стійкість та довговічність споруди.

Таким чином, прийняті вихідні дані та нормативні параметри створюють основу для подальшого розроблення архітектурних, конструктивних і технологічних рішень громадської будівлі відповідно до чинних будівельних норм та вимог безпеки.

## **1.2 Аналіз інженерно-геологічних умов та оцінка ґрунтової основи майданчика будівництва**

Надійність та довговічність будівлі значною мірою залежать від правильного врахування інженерно-геологічних умов будівельного майданчика. Для визначення характеристик основи та вибору раціонального типу фундаментів були проаналізовані результати інженерно-геологічних вишукувань, виконаних для території проєктування у межах міста Харкова.

За результатами досліджень встановлено, що геологічна будова ділянки є типовою для даного регіону та представлена декількома інженерно-геологічними елементами. Верхню частину розрізу формує ґрунтово-рослинний шар потужністю до 0,15 м, який не може використовуватись як

природна основа для фундаментів через недостатню несучу здатність та наявність органічних включень.

Нижче залягає шар жовтувато-бурих напівтвердих суглинків потужністю близько 2,30 м. Даний шар характеризується достатньою щільністю, помірною стисливістю та задовільними міцнісними характеристиками, що дозволяє використовувати його як природну основу фундаментів. Наступним шаром є зелено-бурі пластичні супіски, які залягають до глибини приблизно 3,50 м. Нижче розташовані пластичні бурі глини, що виконують роль водотривкого горизонту.

Рівень ґрунтових вод прийнятий на глибині близько 10 м від поверхні землі, що виключає безпосередній вплив водоносного горизонту на конструкції фундаментів у процесі експлуатації будівлі. За результатами аналізу встановлено, що ґрунтові води не мають агресивного впливу на бетонні та залізобетонні конструкції, тому додаткові спеціальні заходи хімічного захисту фундаментів не передбачаються.

Основним несучим шаром для фундаментів прийнято напівтверді суглинки, які характеризуються такими фізико-механічними показниками:

- розрахунковий опір ґрунту  $R_0 = 200$  кПа;
- об'ємна вага ґрунту  $\rho = 19,72$  кН/м<sup>3</sup>;
- питоме зчеплення  $c = 22$  кПа;
- модуль деформації  $E = 15$  МПа;
- кут внутрішнього тертя  $\varphi = 21^\circ$ .

Наведені характеристики свідчать про достатню несучу здатність ґрунтової основи та можливість використання стрічкових фундаментів мілкового закладання. Водночас під час проєктування враховано необхідність забезпечення рівномірності осідань та запобігання виникненню нерівномірних деформацій будівлі.

При виборі конструкції фундаментів також враховувались кліматичні умови району будівництва, нормативна глибина промерзання ґрунтів та можливі додаткові навантаження від конструктивної системи будівлі.

Прийняті інженерно-геологічні параметри відповідають вимогам ДБН В.2.1-10:2018 та забезпечують необхідну надійність проєктованої споруди.

Отже, інженерно-геологічні умови майданчика є сприятливими для будівництва адміністративної будівлі, а прийняті фізико-механічні характеристики ґрунтів можуть бути використані для подальших конструктивних розрахунків основ і фундаментів.

### **1.3 Формування генерального плану та планувальна організація території**

Генеральний план ділянки розроблений відповідно до вимог ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування та забудова територій» з урахуванням містобудівної ситуації, функціонального призначення об'єкта, існуючого рельєфу місцевості та нормативних вимог щодо забезпечення безпеки та комфортності експлуатації території.

Під час проєктування генерального плану основна увага приділялася раціональному використанню земельної ділянки, організації транспортних і пішохідних потоків, забезпеченню пожежної безпеки, а також створенню сприятливих умов для функціонування громадської будівлі. Планувальні рішення приймалися з урахуванням існуючих інженерних мереж, навколишньої забудови та необхідності організованого поверхневого водовідведення.

Головний вхід до будівлі запроєктований з боку проспекту Героїв Харкова, що забезпечує зручний доступ від основних пішохідних напрямків міста. Під'їзд до господарської та технічної зон організований через внутрішньоквартальні проїзди, що дозволяє розділити потоки відвідувачів і службового транспорту. Таке рішення сприяє підвищенню безпеки руху та покращує функціональну організацію території.

Перед головним фасадом будівлі передбачено благоустрій прилеглої території із влаштуванням розширеного пішохідного тротуару та покриття з сучасної тротуарної плитки. Проїзди та під'їзні шляхи запроєктовані з асфальтобетонним покриттям по щебеневій основі з улаштуванням

бетонного бортового каменю. Такі рішення забезпечують довговічність покриттів та зручність експлуатації території.

У межах ділянки проходять окремі інженерні мережі, зокрема системи зливової та господарсько-побутової каналізації, газопровід і вентиляційні канали, які підлягають частковому перенесенню або реконструкції. Вертикальне планування території виконане з урахуванням природного рельєфу, існуючих комунікацій та необхідності забезпечення ефективного поверхневого водовідведення.

Водовідведення з території організовано відкритим способом шляхом спрямування поверхневих вод по ухилах рельєфу до існуючої міської системи водовідведення. Продольні ухили тротуарів і пішохідних зон прийняті в межах 0,01-0,03 %, що забезпечує комфортне пересування людей та запобігає застою атмосферних опадів.

Під час розроблення генерального плану враховано кліматичні особливості району будівництва та переважаючі напрямки вітру у зимовий і літній періоди. Аналіз рози вітрів дозволив раціонально розташувати входи до будівлі, пішохідні зони, майданчики та технічні ділянки, що позитивно впливає на комфортність експлуатації об'єкта.

Основні техніко-економічні показники генерального плану свідчать про ефективне використання території. Загальна площа земельної ділянки становить 420 м<sup>2</sup>, із яких 250 м<sup>2</sup> займає площа забудови. Територія також включає проїзди, тротуари та майданчики для тимчасового паркування автомобілів.

Прийняті рішення генерального плану забезпечують нормативні умови експлуатації адміністративної будівлі, безпечну організацію руху транспорту та пішоходів, раціональне використання земельної ділянки й належний рівень благоустрою території.

#### **1.4 Формування об'ємно-просторової структури адміністративної будівлі**

Об'ємно-планувальне рішення адміністративної будівлі розроблене з урахуванням сучасних принципів архітектурного формування ділових та

офісних об'єктів, нормативних вимог щодо організації внутрішнього простору, а також забезпечення комфортних умов перебування персоналу та відвідувачів. Основною метою прийнятих рішень є створення функціонально ефективної будівлі з раціональною організацією робочих зон, зручними комунікаціями та оптимальними умовами експлуатації.

Проектована адміністративна будівля має чотири надземні поверхи та цокольний рівень. Цокольний поверх частково заглиблений відносно планувальної позначки території, що дозволяє раціонально використовувати простір для розміщення технічних, інженерних і допоміжних приміщень. Відмітка підлоги цокольного поверху прийнята на рівні  $-2,070$  м. За нульову позначку будівлі прийнято абсолютну відмітку  $+116,70$  м, яка відповідає рівню чистої підлоги першого поверху.

Архітектурна композиція будівлі сформована з урахуванням її адміністративного призначення та містобудівного оточення. Фасадні рішення характеризуються стриманою сучасною стилістикою із застосуванням великих площ скління, вентиляованих фасадних систем та оздоблювальних матеріалів із підвищеними експлуатаційними характеристиками. Значна площа світлопрозорих конструкцій забезпечує належний рівень природного освітлення внутрішніх приміщень та покращує енергоефективність будівлі.

Планувальна структура об'єкта передбачає функціональний розподіл приміщень відповідно до їх призначення. На першому поверсі розташовуються вхідна група, вестибюль, приміщення громадського обслуговування, частина адміністративних та допоміжних приміщень. Верхні поверхи відведені переважно під офісні приміщення, службові кабінети та робочі простори персоналу. Такий підхід дозволяє розділити потоки працівників і відвідувачів та підвищити ефективність функціонування будівлі.

Внутрішня організація приміщень передбачає раціональне розміщення вертикальних і горизонтальних комунікацій. Сходові клітки та основні шляхи евакуації розташовані з урахуванням вимог пожежної безпеки та

забезпечують швидке й безпечне пересування людей між поверхами. Планувальна схема дозволяє за необхідності виконувати перепланування окремих офісних зон без суттєвого втручання у несучу конструктивну систему будівлі.

Прилегла територія адміністративної будівлі передбачає благоустрій із використанням сучасних матеріалів мощення, озеленення та організації пішохідних маршрутів. Для забезпечення комфортного доступу до будівлі передбачено влаштування твердого покриття з тротуарної плитки, майданчиків для короткочасного перебування та зон відпочинку.

Основні техніко-економічні показники об'ємно-планувального рішення характеризують ефективність прийнятої архітектурної концепції. Загальний будівельний об'єм споруди становить 4245 м<sup>3</sup>, із яких 3725 м<sup>3</sup> припадає на надземну частину та 520 м<sup>3</sup> – на цокольний рівень. Загальна площа будівлі складає 1250 м<sup>2</sup>, при цьому площа адміністративних та офісних приміщень становить близько 750 м<sup>2</sup>. Максимальна висотна відмітка будівлі досягає +14,890 м.

Прийняте об'ємно-планувальне рішення забезпечує функціональну ефективність адміністративної будівлі, комфортність експлуатації, відповідність сучасним архітектурним вимогам та створює сприятливі умови для організації робочого процесу.

### **1.5 Конструктивна схема та архітектурно-технічні рішення адміністративної будівлі**

Конструктивна система адміністративної будівлі розроблена з урахуванням вимог надійності, просторової жорсткості, довговічності та економічної ефективності. При виборі конструктивної схеми враховувалися інженерно-геологічні умови будівельного майданчика, архітектурно-планувальні особливості об'єкта, а також необхідність забезпечення вільного внутрішнього планування офісних приміщень.

Будівля запроектована за схемою неповного металевих каркаса з використанням монолітних залізобетонних перекриттів по системі сталевих

балок. Така конструктивна схема дозволяє забезпечити значні внутрішні простори без великої кількості проміжних опор, що є важливим для адміністративних і офісних будівель сучасного типу. Несучий каркас формується системою сталевих колон та ригелів, які працюють у взаємодії з монолітними перекриттями та цегляними діафрагмами жорсткості.

Фундаменти адміністративної будівлі прийняті у вигляді монолітних стрічкових фундаментів, що забезпечують рівномірну передачу навантажень на ґрунтову основу. Для армування фундаментів використовується стрижнева арматура класів А400С та А240С, а бетон прийнято класу С20/25. Під фундаментами передбачено бетонну підготовку товщиною 100 мм, яка забезпечує рівномірний розподіл навантаження та створює належні умови для виконання бетонних робіт.

Стіни цокольного поверху виконуються з монолітного залізобетону товщиною 400 мм. Таке рішення забезпечує необхідну жорсткість підземної частини споруди, її стійкість до горизонтальних навантажень та довговічність у складних умовах експлуатації.

Основними вертикальними несучими елементами каркаса є сталеві колони коробчастого перерізу, сформовані зі спарених швелерів. Горизонтальні несучі конструкції представлені системою сталевих балок із прокатних та зварних двотаврів. Перекриття запроєктовані у вигляді монолітних залізобетонних плит товщиною С20/25.

Просторова жорсткість будівлі забезпечується спільною роботою металевих каркаса, монолітних перекриттів та цегляних стін, які виконують функцію діафрагм жорсткості. Прийнята конструктивна схема забезпечує стійкість будівлі до вертикальних та горизонтальних навантажень, включаючи вітрові впливи та нерівномірні осідання основи.

Зовнішні стіни виконані у вигляді багатошарових огорожувальних конструкцій. Основний несучий шар представлений силікатною цеглою товщиною 380 мм, додатково передбачено утеплення мінераловатними плитами товщиною 150 мм та вентильований фасад. Використання

багатошарової системи дозволяє підвищити теплозахисні характеристики будівлі та забезпечити відповідність сучасним вимогам енергоефективності.

Архітектурне оздоблення фасадів передбачає застосування вентилярованих фасадних систем, фасадного скління та алюмінієвих композитних панелей. Цокольна частина облицьовується натуральним гранітом, що підвищує довговічність конструкцій та забезпечує стійкість до механічних і атмосферних впливів.

Внутрішні перегородки виконуються з керамічної цегли товщиною 120 мм, що забезпечує достатню звукоізоляцію між службовими приміщеннями. Для перекриття невеликих прорізів у перегородках використовуються рядові цегляні перемички.

Сходові клітки будівлі запроєктовані як монолітні залізобетонні конструкції на сталевих косоурах. Таке рішення забезпечує необхідну надійність, вогнестійкість та довговічність шляхів евакуації.

Покрівля адміністративної будівлі прийнята скатною утепленою конструкцією з використанням профільованого настилу, кроквяної системи та багатошарового теплоізоляційного покриття. У конструкції покрівлі передбачені шари гідроізоляції, пароізоляції та утеплення мінераловатними плитами товщиною 200 мм.

Для заповнення віконних прорізів застосовуються енергоефективні металопластикові склопакети, що забезпечують достатній рівень природного освітлення та зменшують тепловтрати будівлі. Зовнішні двері виконуються з алюмінієвих профільних систем із підвищеною стійкістю до експлуатаційних навантажень.

Прийняті архітектурно-конструктивні рішення забезпечують необхідну надійність адміністративної будівлі, її функціональність, енергоефективність та відповідність сучасним вимогам архітектури й будівництва.

## **1.6 Інженерно-технічне забезпечення та системи життєзабезпечення адміністративної будівлі**

Для забезпечення нормативних умов експлуатації адміністративної будівлі у проєкті передбачено комплекс сучасних інженерних систем, які забезпечують комфортність перебування людей, безперебійне функціонування будівлі та дотримання вимог енергоефективності й безпеки.

Система водопостачання будівлі підключається до існуючої міської кільцевої мережі. Подача холодної води здійснюється централізовано, а гаряче водопостачання забезпечується від автономної котельні, розташованої на цокольному рівні будівлі. Таке рішення дозволяє підтримувати стабільні параметри теплоносія та забезпечує незалежність системи гарячого водопостачання.

Система каналізації включає побутову, виробничу та дощову мережі водовідведення. Побутова каналізація призначена для відведення стічних вод від санітарно-технічних приладів, тоді як виробнича система використовується для збору стоків після прибирання та миття технічних приміщень. Перед скидом у зовнішню мережу виробничі стоки проходять очищення через бензо- та маслоуловлювачі. Атмосферні опади відводяться системою внутрішніх водостоків у міську дощову каналізацію.

Теплопостачання адміністративної будівлі забезпечується даховою котельнею з автоматизованим регулюванням параметрів теплоносія. Прийнята система дозволяє підтримувати стабільний температурний режим у приміщеннях та забезпечує енергоефективну експлуатацію будівлі.

Для забезпечення нормативного мікроклімату в будівлі передбачена механічна припливно-витяжна вентиляція. Повітроводи теплоізовані для зменшення тепловтрат і запобігання утворенню конденсату. Система вентиляції забезпечує нормативний повітрообмін у робочих, адміністративних та допоміжних приміщеннях.

Система електропостачання включає робоче та аварійне освітлення, електроживлення технологічного обладнання, вентиляційних установок та

інженерних систем. Для підвищення рівня електробезпеки передбачено встановлення пристроїв захисного відключення та системи захисного заземлення. Електроживлення систем пожежогасіння, аварійного освітлення та протипожежного обладнання відповідає I категорії надійності.

Освітлення приміщень прийняте відповідно до вимог ДБН В.2.5-28:2018. У проєкті застосовуються енергоощадні світлодіодні світильники, що дозволяє знизити витрати електроенергії та забезпечити комфортні умови праці персоналу.

У будівлі передбачено сучасні системи зв'язку та інформаційного забезпечення, зокрема телефонізацію, локальну комп'ютерну мережу, доступ до інтернету та систему радіофікації. Це забезпечує ефективну організацію адміністративної діяльності та функціонування офісних приміщень.

Особлива увага приділена системам протипожежного захисту. У будівлі запроектовано внутрішній і зовнішній протипожежний водопровід, автоматичну пожежну сигналізацію, систему оповіщення про пожежу, димовидалення та автоматичного пожежогасіння. Також передбачено блискавкозахист, захисне заземлення та диспетчеризацію інженерного обладнання. При виникненні пожежі система автоматично відключає вентиляційні установки та активує систему димовидалення.

Прийняті інженерно-технічні рішення забезпечують безпечну, надійну та енергоефективну експлуатацію адміністративної будівлі, створюють комфортні умови для роботи персоналу та відповідають сучасним вимогам до адміністративних споруд.

### **1.7 Оцінка теплозахисних властивостей зовнішньої огорожувальної конструкції адміністративної будівлі**

Одним із важливих етапів проєктування адміністративної будівлі є перевірка теплозахисних характеристик огорожувальних конструкцій. Від ефективності теплоізоляційної оболонки залежить рівень енергоспоживання будівлі, стабільність внутрішнього мікроклімату, комфортність перебування людей у приміщеннях та економічність експлуатації об'єкта в опалювальний

період.

Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни виконується відповідно до вимог ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» та ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія». Основною метою розрахунку є визначення приведенного опору теплопередачі огорожувальної конструкції та перевірка його відповідності нормативним вимогам для району будівництва.

Територія м. Харкова належить до I температурної зони України, для якої мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі зовнішніх стін адміністративних та громадських будівель становить:  $R_{q,min} = 4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ . Під час розрахунку розглядається багатошарова зовнішня стінова конструкція адміністративної будівлі, яка складається з несучого шару газобетонних блоків, теплоізоляції та оздоблювальних шарів.

Таблиця 1.7.1 – Конструкція зовнішніх стін

№ шару	Конструктивний шар	Товщина $\delta$ , м	Коефіцієнт теплопровідності $\lambda$ , Вт/(м·К)
1	Внутрішня цементно-вапняна штукатурка	0,020	0,70
2	Газобетонні блоки D400	0,300	0,12
3	Мінераловатний утеплювач	0,150	0,037
4	Зовнішня цементно-піщана штукатурка	0,020	0,80

Опір теплопередачі внутрішньої та зовнішньої поверхонь конструкції для зимового періоду приймається:

$$R_{si} = 0,13 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт};$$

$$R_{se} = 0,04 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}.$$

Розрахунок опору теплопередачі виконується за формулою:

$$R = R_{si} + \sum(\delta_i / \lambda_i) + R_{se}$$

де:  $R$  – загальний опір теплопередачі конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ ;

$\delta_i$  – товщина окремого шару,  $\text{м}$ ;

$\lambda_i$  – коефіцієнт теплопровідності матеріалу,  $\text{Вт} / (\text{м} \cdot \text{К})$ .

Розрахунок опору теплопередачі окремих шарів:

1. Внутрішня штукатурка:

$$R_1 = 0,020 / 0,70 = 0,029 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$$

2. Газобетонний шар:

$$R_2 = 0,300 / 0,12 = 2,50 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$$

3. Шар мінераловатного утеплювача:

$$R_3 = 0,150 / 0,037 = 4,05 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$$

4. Зовнішня штукатурка:

$$R_4 = 0,020 / 0,80 = 0,025 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$$

Сумарний опір теплопередачі шарів:

$$R_{\text{шарів}} = 0,029 + 2,50 + 4,05 + 0,025 = 6,60 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$$

Повний опір теплопередачі конструкції:

$$R = 0,13 + 6,60 + 0,04 = 6,77 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$$

Коефіцієнт теплопередачі:

$$U = 1 / 6,77 = 0,148 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Перевірка відповідності нормативним вимогам:

$$6,77 > 4,00 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$$

Отримані результати свідчать про те, що прийнята зовнішня огорожувальна конструкція адміністративної будівлі повністю відповідає вимогам чинних нормативних документів щодо теплозахисту для I температурної зони України та має достатній запас енергоефективності.

Застосування газобетонних блоків у поєднанні з ефективним мінераловатним утеплювачем дозволяє суттєво знизити тепловтрати через зовнішні стіни, підвищити енергоощадність будівлі та забезпечити стабільний температурний режим у внутрішніх приміщеннях упродовж опалювального періоду.

## РОЗДІЛ II

### РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА

### ЧАСТИНА

#### 2.1 Визначення параметрів фундаментної системи та розрахунок основи

Підземна частина адміністративної будівлі запроєктована з урахуванням інженерно-геологічних умов майданчика, характеру навантажень від надземної частини споруди та вимог ДБН В.2.1-10:2018 «Основи та фундаменти будівель і споруд». Основною метою розрахунку є визначення оптимальних параметрів фундаментної системи та перевірка її роботи за умовами несучої здатності й деформаційної придатності.

Для стрічкового фундаменту прийнято розрахункове лінійне навантаження:

$$P = 20,5 \text{ т/м.п.}$$

Вихідні характеристики ґрунтової основи:

- ширина фундаменту  $b = 1,20 \text{ м}$ ;
- глибина закладення  $d_1 = 1,30 \text{ м}$ ;
- питоме зчеплення ґрунту  $c_{II} = 2,2 \text{ т/м}^2$ ;
- кут внутрішнього тертя  $\varphi = 21^\circ$ ;
- середня питома вага ґрунтів нижче подошви  $\gamma_{II} = 1,96 \text{ т/м}^3$ ;
- середня питома вага ґрунтів вище подошви  $\gamma'_{II} = 1,92 \text{ т/м}^3$ ;
- коефіцієнти умов роботи  $\gamma_{c1} = 1,10$ ;  $\gamma_{c2} = 1,00$ .



Рисунок 2.1.1 – Схема розрахунку стрічкового фундаменту

Розрахунковий опір ґрунту визначено згідно з нормативними положеннями:

$$R = 22,320 \text{ т/м}^2$$

Отримане значення свідчить про достатню несучу здатність основи для сприйняття навантажень від будівлі.

Для зменшення впливу на існуючу навколишню забудову та підвищення надійності основи додатково прийнято пальове підсилення. Використовуються палі квадратного перерізу  $300 \times 300$  мм із робочою довжиною 8,0 м.

Площа поперечного перерізу палі:

$$A = 0,3 \times 0,3 = 0,09 \text{ м}^2$$

Периметр палі:

$$U = 4 \times 0,3 = 1,2 \text{ м}$$

Розрахунок несучої здатності палі виконується за формулою:

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cr} R A + U \sum (\gamma_{cfi} h_i))$$

Для визначення роботи бічної поверхні палі ґрунтову товщу поділено на окремі елементарні шари.

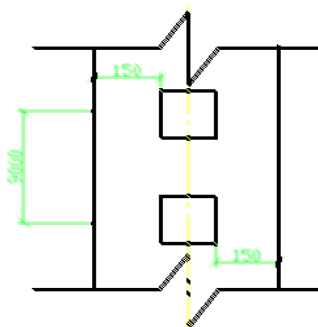


Рисунок 2.1.2 – Схема розташування пальового фундаменту

## 2.2 Розрахунок несучої здатності та осідання фундаменту

Розрахунок деформацій фундаментної системи виконується відповідно до вимог ДБН В.2.1-10:2018.

Глибина закладення фундаменту прийнята:

$$d = 1,30 \text{ м}$$

Допустима гранична деформація:  $S_{доп} = 80 \text{ мм}$

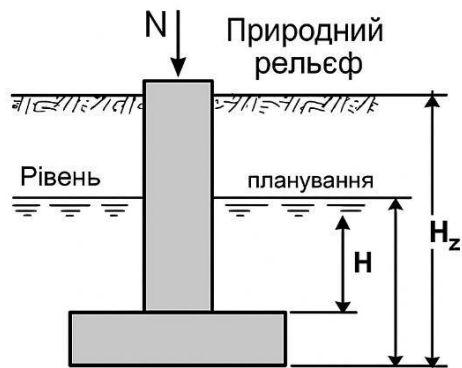


Рисунок 2.2.1 - Схема визначення глибини закладання фундаменту

Фундамент розглядається як стрічкова конструкція шириною 1,20 м із поздовжнім навантаженням:

$$N = 21,3 \text{ т/м.п.}$$

У розрахунку враховано характеристики двох інженерно-геологічних елементів.

ІГЕ 1:

- товщина шару – 2,3 м;
- модуль деформації  $E = 14 \text{ МПа}$ ;
- кут внутрішнього тертя  $\varphi = 21^\circ$ .

ІГЕ 2:

- товщина шару – 3,5 м;
- модуль деформації  $E = 21 \text{ МПа}$ ;
- кут внутрішнього тертя  $\varphi = 17^\circ$ .

Перевірка несучої здатності ґрунту показала:

$$R = 0,22 \text{ Мпа}$$

Середній тиск під подошвою фундаменту:

$$p = 0,20 \text{ Мпа}$$

Умова несучої здатності:  $p < R$

$$0,20 < 0,22 \text{ Мпа}$$

Умова виконується.

Осідання фундаменту визначено методом пружного півпростору.

Розрахункова осадка становить:

$$S = 10,16 \text{ мм}$$

Просадка від зовнішнього навантаження:

$$S_1 = 0 \text{ мм}$$

Просадка від власної ваги ґрунту:

$$S_2 = 0 \text{ мм}$$

$$\text{Сумарне осідання: } S\Sigma = 10,16 \text{ мм}$$

Отримане значення значно менше допустимого:

$$10,16 \text{ мм} < 80 \text{ мм}$$

Стисла товща ґрунтової основи:

$$H_c = 2,548 \text{ м}$$

Коефіцієнт постелі Вінклера:

$$C = 19,83 \text{ Мпа}$$

По окремих елементарних шарах отримано такі осадки:

- шар 1 – 3,75 мм;
- шар 2 – 2,72 мм;
- шар 3 – 1,59 мм;
- шар 4 – 1,00 мм;
- шар 5 – 0,73 мм;
- шар 6 – 0,25 мм.

Результати розрахунку підтверджують достатню жорсткість та надійність фундаментної системи.

### **2.3 Конструювання та армування монолітного стрічкового фундаменту**

Фундамент адміністративної будівлі запроєктований у вигляді монолітної залізобетонної стрічки, що формує замкнуту просторову систему під зовнішніми та внутрішніми несучими стінами.

Основні параметри фундаменту:

- ширина подошви – 1,20 м;
- висота стрічки – 0,8–1,0 м;
- глибина закладення – 1,20 м;
- бетон – класу C20/25;

- робоча арматура – А400С;
- конструктивна арматура – А240С;
- захисний шар бетону – 30–40 мм.

Фундамент працює як балка на пружній основі, тому армування виконується у двох поздовжніх поясах.

Нижній робочий пояс: 3Ø14 А400С

Верхній пояс: 2Ø12 А400С

Поперечне армування: Ø8 А240С із кроком 250 мм.

У зонах підвищених навантажень крок хомутів зменшується до 150 мм.

Армування фундаментної стрічки:

1. Поздовжня нижня арматура – 3Ø14 А400С.
2. Верхня арматура – 2Ø12 А400С.
3. Поперечні хомути – Ø8 А240С.
4. Крок хомутів – 250 мм.
5. У кутах та під колонами – крок 150 мм.

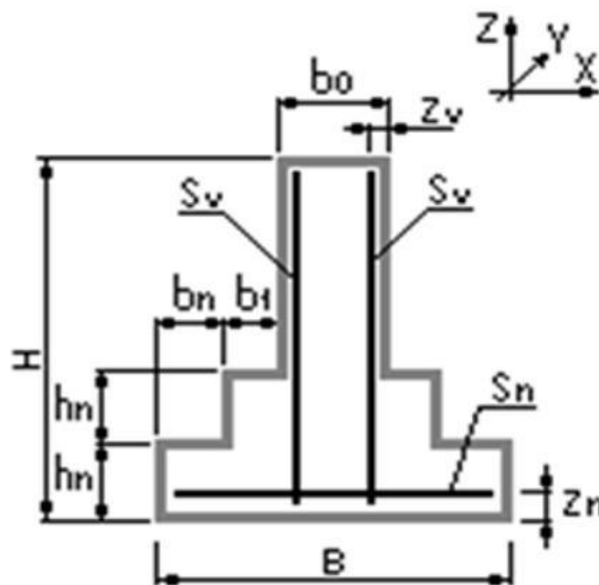


Рисунок 2.3.1 –Схема армування: загальна ширина  $B$ , ширини уступів  $b_0$ ,  $b_1$ ,  $b_n$ , висоти  $h_v$  та  $h_n$ , повна висота  $H$ , координати центрів навантаження  $z_v$  і  $z_n$ , а також площі навантаження  $S_v$  та  $S_n$

Мінімальна відстань між поздовжніми стрижнями:  $a \geq 40$  мм

Довжина нахльосту арматури:  $l = 40-50 \varnothing$

Кутові ділянки фундаменту додатково підсилюються Г-подібними стрижнями  $\varnothing 12-14$  мм.

Підошва фундаменту влаштовується по бетонній підготовці класу М100 товщиною 100 мм. Для захисту конструкцій від вологи передбачено двошарову рулонну гідроізоляцію та вертикальну обмазувальну гідроізоляцію.

Прийнята схема армування забезпечує:

- необхідну міцність фундаменту;
- просторову жорсткість конструкції;
- тріщиностійкість;
- рівномірний розподіл навантажень;
- надійну роботу будівлі в умовах міської забудови.

## **2.2 Розрахунок несучих елементів надземної частини адміністративної будівлі**

У цьому підрозділі виконано розгорнутий розрахунок елементів надземної частини адміністративної будівлі, зокрема збір навантажень на покриття, міжповерхові перекриття та перекриття першого поверху, визначення розрахункових впливів, підбір робочої арматури монолітної залізобетонної плити, а також узагальнення результатів просторового розрахунку каркаса. Розрахунок виконується для адміністративної будівлі з металевим каркасом та монолітними залізобетонними перекриттями по сталевих балках.

Основними нормативними документами для прийняття розрахункових параметрів є ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи», ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції», ДБН В.2.6-198:2014 «Сталеві конструкції» та чинні норми щодо проектування будівель адміністративного

призначення. Для вихідних навантажень використані дані попереднього розрахункового розділу пояснювальної записки.

### 2.2.1 Збір постійних і тимчасових навантажень

Збір навантажень виконується окремо для покриття, міжповерхових перекриттів 2-4 поверхів та перекриття першого поверху. Постійні навантаження визначаються за власною вагою конструктивних і оздоблювальних шарів. Тимчасові навантаження приймаються залежно від функціонального призначення приміщень. Для адміністративних приміщень прийнято нормативне експлуатаційне навантаження 2,00 кН/м<sup>2</sup>, а для першого поверху з більш інтенсивним використанням - 4,00 кН/м<sup>2</sup>.

$$g = \rho \cdot \delta \cdot 9,81 / 1000$$

де g - навантаження від шару конструкції, кН/м<sup>2</sup>; ρ - густина матеріалу, кг/м<sup>3</sup>; δ - товщина шару, м. Якщо маса шару задана у кг/м<sup>2</sup>, її переводять у кН/м<sup>2</sup> за наближеним співвідношенням 100 кг/м<sup>2</sup> = 1,0 кН/м<sup>2</sup>.

Таблиця 2.2.1 - Зведення навантажень на конструкцію покриття

№	Найменування навантаження	Нормативне, кН/м <sup>2</sup>	γ <sub>f</sub>	Розрахункове, кН/м <sup>2</sup>
1	Профільований настил	0,087	1,30	0,113
2	Дерев'яні елементи обрешітки, ρ = 600 кг/м <sup>3</sup> , δ = 30 мм	0,180	1,30	0,234
3	Гідроізоляційна мембрана	0,050	1,30	0,065
4	Кроквяні балки з дошки 200×50 мм, крок 0,5 м	0,120	1,30	0,156
5	Теплоізоляційний шар, ρ = 38 кг/м <sup>3</sup> , δ = 200 мм	0,076	1,30	0,099
6	Пароізоляційний шар	0,050	1,30	0,065
7	Підвісна стеля	0,120	1,30	0,156
	Разом постійні навантаження	0,683	-	0,888
8	Снігове навантаження для м. Харкова	1,600	1,14	1,824
	Сумарне навантаження на покриття	2,283	-	2,712

Таблиця 2.2.2 - Зведення навантажень на міжповерхові перекриття 2-4 поверхів

№	Елемент конструкції	Нормативне, кН/м <sup>2</sup>	$\gamma_f$	Розрахункове, кН/м <sup>2</sup>
1	Комерційний лінолеум, $\rho = 1800$ кг/м <sup>3</sup> , $\delta = 5$ мм	0,090	1,30	0,117
2	Самовирівнювальний шар, $\delta = 10$ мм	0,180	1,30	0,234
3	Стяжка з легкого бетону, $\rho = 1000$ кг/м <sup>3</sup> , $\delta = 85$ мм	0,850	1,30	1,105
4	Монолітна залізобетонна плита, $\rho = 2500$ кг/м <sup>3</sup> , $\delta = 220$ мм	5,500	1,10	6,050
	Разом постійне навантаження	6,620	-	7,506
5	Корисне навантаження для адміністративних приміщень	2,000	1,20	2,400
	Загальне навантаження на перекриття	8,620	-	9,906

Таблиця 2.2.3 - Зведення навантажень на перекриття першого поверху

№	Складові навантаження	Нормативне, кН/м <sup>2</sup>	$\gamma_f$	Розрахункове, кН/м <sup>2</sup>
1	Керамічна плитка	0,300	1,30	0,390
2	Самовирівнювальний шар, $\delta = 7$ мм	0,126	1,30	0,164
3	Керамзитобетонний шар, $\rho = 1000$ кг/м <sup>3</sup> , $\delta = 185$ мм	1,850	1,30	2,405
4	Теплоізоляція, $\rho = 100$ кг/м <sup>3</sup> , $\delta = 50$ мм	0,050	1,30	0,065
5	Монолітна залізобетонна плита, $\rho = 2500$ кг/м <sup>3</sup> , $\delta = 220$ мм	5,500	1,10	6,050
	Разом постійне навантаження	7,826	-	9,074
6	Тимчасове експлуатаційне навантаження	4,000	1,20	4,800
	Усього для першого поверху	11,826	-	13,874

Вітровий вплив враховується під час просторового розрахунку каркаса та перевірки жорсткості будівлі. Розрахунковий тиск визначається за формулою:

$$w_m = \gamma_{fm} \cdot w_0 \cdot C, \quad C = C_{aer} \cdot C_h \cdot C_d$$

Таблиця 2.2.4 - Розрахунок вітрового навантаження

Параметр	Позначення або формула	Значення
Нормативний тиск вітру	$w_0$	0,38 кН/м <sup>2</sup>
Коефіцієнт надійності	$\gamma_{fm}$	1,40
Аеродинамічний коефіцієнт	$C_{aer}$	0,80
Коефіцієнт висоти	$C_h$	0,98
Динамічний коефіцієнт	$C_d$	0,95
Загальний коефіцієнт	$C = C_{aer} \cdot C_h \cdot C_d$	0,74
Характеристичний тиск	$w_n = w_0 \cdot C$	0,28 кН/м <sup>2</sup>
Розрахунковий тиск	$w_m = \gamma_{fm} \cdot w_0 \cdot C$	0,39 кН/м <sup>2</sup>
Прийняте значення	$w_m$	0,40 кН/м <sup>2</sup>

Таблиця 2.2.5 - Узагальнена таблиця розрахункових навантажень

Конструктивний елемент	Нормативне значення, кН/м <sup>2</sup>	Розрахункове значення, кН/м <sup>2</sup>	Примітка
Покриття	2,283	2,712	Сніг є визначальним тимчасовим впливом
Міжповерхові перекриття 2-4 поверхів	8,620	9,906	Основний варіант для розрахунку робочої плити
Перекриття першого поверху	11,826	13,874	Збільшене експлуатаційне навантаження
Вітровий вплив	0,28	0,40	Враховується у просторовій моделі каркаса

### 2.2.2 Розрахункова схема монолітного перекриття

Міжповерхове перекриття адміністративної будівлі приймається у вигляді монолітної залізобетонної плити товщиною 220 мм, яка спирається на систему сталевих балок каркаса. Для попереднього ручного розрахунку розглядається умовна смуга плити шириною 1,0 м. Така схема дозволяє визначити необхідну площу робочої арматури та виконати перевірку міцності нормального перерізу.

Розрахунок виконується для міжповерхового перекриття 2-4 поверхів, оскільки воно є типовим повторюваним елементом будівлі. Для першого поверху розрахункове навантаження більше, тому для нього рекомендується застосовувати локальне підсилення або зменшення кроку робочої арматури у зонах найбільшого згину.

$$q = 9,91 \text{ кН/м}^2, \quad b = 1,0 \text{ м}, \quad l = 6,0 \text{ м}, \quad h = 220 \text{ мм}$$

Розрахункова схема плити наведена на рисунку 2.2.1.

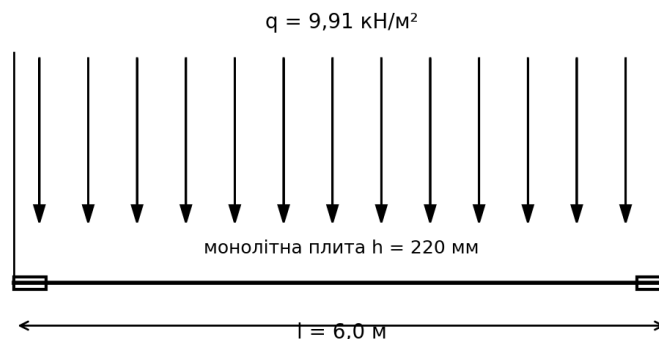


Рисунок 2.2.1 - Розрахункова схема плити перекриття під дією рівномірно розподіленого навантаження

### 2.2.3 Визначення згинального моменту та поперечної сили

Для умовної смуги плити шириною 1 м навантаження на погонний метр дорівнює числовому значенню поверхневого навантаження, тобто  $q = 9,91$  кН/м. При шарнірному спиранні максимальний згинальний момент у середині прольоту визначається за формулою:

$$M_{max} = q \cdot l^2 / 8$$

$$M_{max} = 9,91 \cdot 6,0^2 / 8 = 44,60 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Максимальна поперечна сила на опорі визначається за формулою:

$$Q_{max} = q \cdot l / 2$$

$$Q_{max} = 9,91 \cdot 6,0 / 2 = 29,73 \text{ кН}$$

Таблиця 2.2.6 - Зусилля у розрахунковій смузї плити перекриття

Показник	Формула	Значення
Розрахункове навантаження	q	9,91 кН/м
Розрахунковий проліт	l	6,0 м
Максимальний згинальний момент	$M_{max} = ql^2/8$	44,60 кН·м
Максимальна поперечна сила	$Q_{max} = ql/2$	29,73 кН

#### 2.2.4 Підбір робочої арматури плити перекриття

Плита виконується з бетону класу С20/25. Для робочої арматури прийнято сталь класу А400С. Розрахунок виконується для нормального перерізу, що працює на згин. Захисний шар бетону прийнято 30 мм. Орієнтовний діаметр робочої арматури для попереднього підбору становить 16 мм, тому робоча висота перерізу приймається:

$$h_0 = h - a - d/2$$

$$h_0 = 220 - 30 - 16/2 = 182 \text{ мм}$$

Внутрішнє плече пари сил приймається наближено:

$$z = 0,9 \cdot h_0 = 0,9 \cdot 182 = 163,8 \text{ мм}$$

Необхідна площа робочої арматури визначається за формулою:

$$A_{s,req} = M \cdot 10^6 / (R_s \cdot z)$$

$$A_{s,req} = 44,60 \cdot 10^6 / (365 \cdot 163,8) = 746 \text{ мм}^2$$

Приймаємо робочу арматуру Ø12 А400С з кроком 150 мм. Площа одного стрижня Ø12 становить 113 мм<sup>2</sup>. Кількість стрижнів на 1 м ширини плити становить:

$$n = 1000 / 150 = 6,67 \text{ шт.}$$

$$A_{s,prov} = 6,67 \cdot 113 = 754 \text{ мм}^2$$

Перевірка забезпеченості армування:

$$A_{s,prov} = 754 \text{ мм}^2 > A_{s,req} = 746 \text{ мм}^2$$

Умова забезпечення необхідної площі робочої арматури виконується. Для верхньої конструктивної арматури приймаємо Ø8 А240С з кроком 200 мм. У приопорних ділянках та зонах можливих від'ємних моментів рекомендується встановлювати додаткову верхню арматуру Ø10-Ø12 А400С.

Таблиця 2.2.7 - Підбір арматури монолітної плити перекриття

Показник	Прийняте значення	Пояснення
Бетон плити	С20/25	Розрахунковий клас бетону
Робоча арматура	А400С	Нижній пояс у прольоті
Конструктивна арматура	А240С	Верхня сітка та розподільні стрижні
Товщина плити	220 мм	Прийнято за конструктивним рішенням
Робоча висота	182 мм	З урахуванням захисного шару
Необхідна площа арматури	746 мм <sup>2</sup> /м	За розрахунком міцності
Прийняте армування	Ø12 А400С, крок 150 мм	$A_{s,prov} = 754 \text{ мм}^2/\text{м}$
Поперечне та розподільне армування	Ø8 А240С, крок 200 мм	Конструктивно



Рисунок 2.2.2 - Схема армування перерізу монолітної плити перекриття

### 2.2.5 Перевірка міцності прийнятого армування

Перевірка виконується за несучою здатністю нормального перерізу. Розрахунковий момент, який може бути сприйнятий прийнятою арматурою, визначається за формулою:

$$MRd = A_{s,prov} \cdot R_s \cdot z / 10^6$$

$$MRd = 754 \cdot 365 \cdot 163,8 / 10^6 = 45,07 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Умова міцності:

$$MRd \geq M_{max}$$

$$45,07 \text{ кН}\cdot\text{м} > 44,60 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Міцність нормального перерізу забезпечена. Запас за моментом становить:

$$\eta = MRd / M_{max} = 45,07 / 44,60 = 1,01$$

Отриманий запас є мінімальним, тому для підвищення надійності у робочій документації доцільно передбачити або зменшення кроку стрижнів до 140 мм у найбільш навантажених смугах, або застосування додаткових стрижнів у середній третині прольоту. Для пояснювальної записки прийняте армування може вважатися достатнім, оскільки виконує умову міцності.

### 2.2.6 Перевірка за поперечною силою

Максимальна поперечна сила для розрахункової смуги плити дорівнює  $Q_{max} = 29,73 \text{ кН}$ . Для плити товщиною 220 мм поперечне армування

зазвичай не є визначальним, однак виконується перевірка напруження зрізу в бетоні:

$$\tau = Q_{max} \cdot 10^3 / (b \cdot h_0)$$

$$\tau = 29,73 \cdot 10^3 / (1000 \cdot 182) = 0,163 \text{ МПа}$$

Отримане значення дотичного напруження є незначним для монолітної залізобетонної плити. Для забезпечення просторової роботи та тріщиностійкості приймається конструктивне поперечне та розподільне армування Ø8 A240С з кроком 200 мм.

### 2.2.7 Перевірка прогину плити перекриття

Деформативність перекриття перевіряється за умови, що фактичний прогин не перевищує гранично допустиме значення. Для попередньої оцінки прогин однопролітної плити під дією рівномірного навантаження можна визначити за формулою:

$$f = 5 \cdot q \cdot l^4 / (384 \cdot E \cdot I)$$

Момент інерції умовної смуги плити шириною 1 м:

$$I = b \cdot h^3 / 12$$

$$I = 1000 \cdot 220^3 / 12 = 887 \cdot 10^6 \text{ мм}^4$$

Модуль пружності бетону класу С20/25 приймаємо  $E = 30\,000 \text{ МПа}$ .

Навантаження  $q = 9,91 \text{ кН/м} = 9,91 \text{ Н/мм}$ , проліт  $l = 6000 \text{ мм}$ . Тоді:

$$f = 5 \cdot 9,91 \cdot 6000^4 / (384 \cdot 30000 \cdot 887 \cdot 10^6) = 6,28 \text{ мм}$$

Допустимий прогин для міжповерхового перекриття приймаємо:

$$f_{adm} = l / 250 = 6000 / 250 = 24 \text{ мм}$$

Перевірка:

$$f = 6,28 \text{ мм} < f_{adm} = 24 \text{ мм}$$

Умова жорсткості виконується. Прийнята товщина плити 220 мм забезпечує достатню деформаційну жорсткість перекриття.

## 2.2.8 Просторове моделювання каркаса адміністративної будівлі

Для уточнення роботи конструктивної системи адміністративної будівлі використовується просторове моделювання в програмному комплексі SCAD Office. Розрахунок виконується методом кінцевих елементів, у якому основними невідомими є лінійні переміщення та кути повороту вузлів.

$$[K]\{u\} = \{F\}$$

де  $[K]$  - глобальна матриця жорсткості системи;  $\{u\}$  - вектор вузлових переміщень;  $\{F\}$  - вектор зовнішніх навантажень. Просторова модель включає сталеві колони, балки перекриттів, елементи покриття, плитні елементи та вузлові зв'язки.

Таблиця 2.2.8 - Основні параметри просторової розрахункової моделі

Параметр	Значення	Пояснення
Тип розрахункової схеми	5	Просторова система з шістьма ступенями свободи у вузлі
Кількість вузлів	493	Вузли просторової моделі
Кількість кінцевих елементів	845	Стрижневі та плитні елементи
Кількість невідомих	2422	Переміщення та повороти вузлів
Кількість завантажень	6	Постійні, тимчасові, снігові та вітрові впливи
Характер розрахунку	Лінійний	Малі деформації, пружна робота матеріалу

Таблиця 2.2.9 - Перелік завантажень для просторового розрахунку

№	Тип завантаження	Напрямок	Розрахункове значення	Область дії
1	Власна вага конструкцій	Z	Автоматично або за густиною матеріалів	Постійне завантаження
2	Тимчасове експлуатаційне навантаження	Z	2,40-4,80 кН/м <sup>2</sup>	Перекриття адміністративних приміщень
3	Снігове навантаження	Z	1,83 кН/м <sup>2</sup>	Покриття

4	Вітер зліва	X	до 0,40 кН/м <sup>2</sup>	Навітряний фасад
5	Вітер справа	X	до 0,40 кН/м <sup>2</sup>	Протилежний напрямок дії
6	Поперечний вітер	Y	до 0,40 кН/м <sup>2</sup>	Фронтальна та тильна грані



Рисунок 2.2.3 - Умовна кінцево-елементна схема перекриття у складі просторового каркаса

### 2.2.9 Розрахункові поєднання навантажень

Для оцінки міцності та деформативності конструкцій розглядаються основні розрахункові поєднання навантажень. Постійні навантаження діють у всіх комбінаціях, а тимчасові, снігові та вітрові впливи враховуються залежно від найбільш несприятливої розрахункової ситуації.

Таблиця 2.2.10 - Рекомендовані розрахункові поєднання навантажень

№	Назва поєднання	Схема	Призначення
1	Постійне + експлуатаційне	$G + Q$	Розрахунок міжповерхових перекриттів
2	Постійне + сніг	$G + S$	Розрахунок покриття
3	Постійне + експлуатаційне + вітер X	$G + Q + W_x$	Перевірка каркаса у поздовжньому напрямку
4	Постійне + експлуатаційне + вітер Y	$G + Q + W_y$	Перевірка каркаса у поперечному напрямку
5	Постійне + сніг + вітер	$G + S + W$	Контроль покриття та стійкості системи

### 2.2.10 Аналіз результатів та конструктивні рекомендації

За результатами ручного розрахунку типової смуги монолітної плити перекриття встановлено, що прийнята товщина плити 220 мм забезпечує необхідну несучу здатність та жорсткість. Робоча арматура  $\varnothing 12$  А400С з кроком 150 мм забезпечує сприйняття розрахункового згинального моменту 44,60 кН·м. Для першого поверху, де розрахункове навантаження становить 13,87 кН/м<sup>2</sup>, необхідно передбачити підсилення робочого армування у найбільш навантажених смугах, наприклад  $\varnothing 12$  А400С з кроком 100-125 мм або додаткові стрижні в зоні максимального моменту.

У приопорних зонах слід передбачити верхню арматуру для сприйняття можливих від'ємних згинальних моментів, що виникають через часткове заземлення плити в системі сталевих балок. Розподільна арматура встановлюється у перпендикулярному напрямку та забезпечує рівномірний розподіл зусиль між робочими стрижнями.

Таблиця 2.2.11 - Підсумкові результати розрахунку плити перекриття

Показник	Значення	Висновок
Розрахунковий момент у плиті	44,60 кН·м	Визначальний для підбору нижньої арматури
Розрахункова поперечна сила	29,73 кН	Перевірка зрізу виконується
Необхідна площа арматури	746 мм <sup>2</sup> /м	За моментом у прольоті
Прийнята площа арматури	754 мм <sup>2</sup> /м	$\varnothing 12$ А400С з кроком 150 мм
Розрахунковий прогин	6,28 мм	Менше допустимого
Допустимий прогин	24 мм	1/250
Висновок	Умови міцності та жорсткості виконуються	Конструкція придатна до використання

Розрахунок надземної частини адміністративної будівлі підтверджує можливість застосування монолітної залізобетонної плити перекриття товщиною 220 мм у поєднанні зі сталевими балками каркаса.

## **РОЗДІЛ ІІІ**

### **ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ**

#### **БУДІВНИЦТВА**

##### **3.1 Організація та виконання підготовчих робіт перед початком будівництва**

Підготовчий період є важливим етапом організації будівництва адміністративної будівлі та передбачає виконання комплексу організаційних, технічних і інженерних заходів, спрямованих на створення необхідних умов для безпечного та безперервного виконання основних будівельно-монтажних робіт. Від якості організації підготовчих процесів залежить ефективність подальшого будівництва, рівень механізації робіт, раціональне використання трудових і матеріально-технічних ресурсів, а також дотримання нормативних строків зведення об'єкта.

Підготовчі роботи виконуються відповідно до вимог ДБН А.3.1-5:2016, ДБН А.3.2-2-2009 та інших чинних нормативних документів, які регламентують порядок організації будівельного майданчика та виконання будівельних процесів.

До початку виконання підготовчих робіт замовником повинні бути оформлені дозвільні документи на виконання будівництва, затверджена проєктно-кошторисна документація, визначені межі будівельного майданчика та виконано винесення основних осей будівлі в натуру. Геодезична розбивочна основа закріплюється на місцевості постійними реперами та контрольними знаками, що забезпечують точність виконання земляних і монтажних робіт.

На першому етапі підготовчого періоду виконується очищення території будівництва від рослинності, сміття, залишків старих покриттів та тимчасових споруд. Родючий шар ґрунту товщиною 0,15–0,20 м зрізається бульдозером та складається у спеціально відведених місцях для подальшого використання під час благоустрою території.

Після очищення території здійснюється вертикальне планування будівельного майданчика. Роботи виконуються з урахуванням проєктних відміток рельєфу та необхідності забезпечення організованого поверхневого водовідведення. Для переміщення ґрунту застосовуються бульдозери та автосамоскиди. Ухили тимчасових доріг та майданчиків приймаються відповідно до вимог будівельних норм і забезпечують безпечний рух будівельної техніки.

Важливим елементом підготовчого періоду є влаштування тимчасового огороження будівельного майданчика. Огорожа встановлюється по периметру ділянки з урахуванням вимог безпеки праці та організації контрольованого доступу на територію будівництва. На в'їздах встановлюються інформаційні щити із зазначенням найменування об'єкта, замовника, генерального підрядника та відповідальних осіб.

Для забезпечення нормальної організації будівництва передбачається влаштування тимчасових автомобільних доріг і майданчиків для складування матеріалів. Тимчасові дороги виконуються зі щебеневого покриття по ущільненій основі та забезпечують під'їзд будівельної техніки до всіх зон виконання робіт. Ширина внутрішньомайданчикових проїздів приймається не менше 3,5–4,5 м.

На будівельному майданчику також розміщуються тимчасові адміністративно-побутові приміщення, до складу яких входять:

- побутові вагончики для працівників;
- приміщення виконроба;
- санітарно-побутові приміщення;
- склади інструменту та матеріалів;
- пости охорони.

Тимчасові будівлі підключаються до інженерних мереж та забезпечуються електропостачанням, водопостачанням і освітленням.

Одним із основних заходів підготовчого періоду є влаштування тимчасових інженерних мереж. Для забезпечення будівельного виробництва передбачаються:

- тимчасове електропостачання;
- тимчасове водопостачання;
- система водовідведення;
- зовнішнє освітлення майданчика.

Тимчасові електромережі виконуються кабельними лініями з установленням розподільчих щитів та пристроїв захисного відключення. Освітлення території забезпечується прожекторними щоглами та переносними світильниками.

Під час організації будівельного майданчика значна увага приділяється питанням охорони праці та пожежної безпеки. Небезпечні зони роботи кранів і будівельної техніки позначаються попереджувальними знаками. На території майданчика встановлюються пожежні щити, резервуари з водою та первинні засоби пожежогасіння. Для працівників організовується проведення вступного та первинного інструктажів з охорони праці.

Для забезпечення безперервності основного періоду будівництва на етапі підготовчих робіт виконується створення запасу будівельних матеріалів, конструкцій та інвентарю. Складування матеріалів здійснюється відповідно до технологічних вимог із забезпеченням вільного доступу вантажопідіймальної техніки.

Тривалість підготовчого періоду визначається календарним графіком будівництва та залежить від складності об'єкта, площі будівельного майданчика, обсягів земляних робіт і рівня інженерної підготовки території. Для адміністративної будівлі підготовчий період орієнтовно становить 10–15 % загальної тривалості будівництва.

Раціональна організація підготовчого періоду дозволяє створити безпечні та ефективні умови для виконання основних будівельно-монтажних робіт,

забезпечити необхідний рівень механізації виробничих процесів та скоротити загальну тривалість зведення адміністративної будівлі.

### **3.2 Обґрунтування організаційно-технологічної моделі зведення адміністративної будівлі**

Раціональний вибір організаційно-технологічної схеми будівництва є одним із ключових факторів забезпечення ефективного виконання будівельно-монтажних робіт, скорочення тривалості будівництва та підвищення економічної ефективності реалізації проєкту. Організаційно-технологічні рішення приймаються з урахуванням конструктивної схеми будівлі, обсягів робіт, умов будівельного майданчика, рівня механізації процесів та вимог чинних нормативних документів.

Проектована адміністративна будівля має каркасну конструктивну систему з монолітними залізобетонними перекриттями та металевими несучими елементами. Така схема визначає послідовність виконання основних будівельних процесів і потребує використання комплексної механізації монтажних та бетонних робіт.

Для зведення будівлі прийнято потоковий метод організації будівництва, який забезпечує безперервність виробничих процесів, рівномірне завантаження трудових ресурсів та будівельної техніки, а також дозволяє скоротити строки виконання робіт. Поточковий метод передбачає поділ будівлі на окремі захватки та яруси з послідовним виконанням однакових технологічних операцій.

Організаційно-технологічна схема будівництва включає такі основні етапи:

- підготовчий період;
- виконання земляних робіт;
- улаштування фундаментів;
- монтаж несучого каркаса;
- бетонування перекриттів;
- влаштування огорожувальних конструкцій;
- монтаж покриття;

- виконання інженерних мереж;
- оздоблювальні роботи;
- благоустрій території.

Будівництво адміністративної будівлі здійснюється комбінованим методом із поєднанням послідовного та паралельного виконання окремих видів робіт. Земляні роботи та влаштування фундаментів виконуються послідовно, тоді як монтаж каркаса, бетонування перекриттів і мурування огорожувальних конструкцій здійснюються паралельними потоками на різних захватках.

Для забезпечення безперервності будівельного процесу будівля умовно поділяється на дві основні захватки. Такий поділ дозволяє організувати ритмічну роботу будівельних бригад, зменшити простої техніки та забезпечити оптимальну послідовність монтажу конструкцій.

Під час розроблення організаційно-технологічної схеми особлива увага приділяється вибору способу виконання бетонних та монтажних робіт. Подавання бетонної суміші до місця укладання здійснюється автобетононасосом, що дозволяє підвищити продуктивність праці та забезпечити безперервність бетонування монолітних конструкцій. Монтаж металевих каркасів та подавання будівельних матеріалів виконується автомобільним стріловим краном.

Для виконання земляних робіт використовується одноківшевий гідравлічний екскаватор із місткістю ковша 0,5–0,65 м<sup>3</sup> у комплекті з автосамоскидами вантажопідйомністю 10–15 т. Зворотне засипання пазух фундаментів виконується бульдозером із подальшим пошаровим ущільненням ґрунту.

Під час монтажу металевих конструкцій застосовується поелементний метод монтажу. Спочатку встановлюються колони каркаса, після чого монтуються балки, ригелі та елементи перекриття. Просторова жорсткість каркаса забезпечується тимчасовими монтажними зв'язками та остаточним закріпленням вузлів після завершення монтажу.

Бетонування монолітних перекриттів виконується за допомогою інвентарної щитової опалубки. Арматурні каркаси збираються безпосередньо на будівельному майданчику з використанням уніфікованих елементів. Після досягнення бетоном необхідної міцності виконується розпалублення конструкцій і перехід до монтажу наступного ярусу.

Важливим елементом організаційно-технологічної схеми є забезпечення безпеки виконання робіт. Монтажні горизонти обладнуються тимчасовими огороженнями, захисними настилами та страховочними системами. Рух будівельної техніки організовується за кільцевою схемою, що дозволяє мінімізувати ризик перетину транспортних потоків.

Для раціонального використання будівельного майданчика передбачено зонування території на:

- монтажну зону;
- складську зону;
- зону тимчасових побутових приміщень;
- зону руху будівельної техніки;
- небезпечні зони роботи крана.

Складування будівельних матеріалів організовується відповідно до графіка постачання, що дозволяє зменшити обсяги тимчасового зберігання та скоротити площу складських майданчиків.

Технологічна послідовність виконання робіт приймається з урахуванням вимог нормативних документів та забезпечення оптимальної тривалості будівництва. Основні будівельно-монтажні процеси виконуються із застосуванням комплексної механізації, що сприяє підвищенню продуктивності праці та зниженню трудомісткості робіт.

Прийнята організаційно-технологічна схема будівництва забезпечує:

- ритмічність виконання робіт;
- ефективне використання трудових ресурсів;
- скорочення тривалості будівництва;
- зменшення простоїв будівельної техніки;

- безпечне виконання монтажних і бетонних процесів;
- підвищення якості будівельно-монтажних робіт.

Обрана організаційно-технологічна модель будівництва адміністративної будівлі є технічно та економічно обґрунтованою, відповідає сучасним вимогам організації будівельного виробництва та забезпечує ефективне виконання робіт у встановлені терміни.

### **3.3 Технологічна послідовність виконання основних будівельно-монтажних процесів**

Технологія виконання основних будівельно-монтажних робіт для адміністративної будівлі розроблена відповідно до прийнятих конструктивних рішень, організаційно-технологічної схеми будівництва та вимог чинних нормативних документів. Основною метою організації робіт є забезпечення безперервності виробничого процесу, підвищення продуктивності праці, раціонального використання будівельної техніки та забезпечення необхідної якості будівництва.

Будівельно-монтажні роботи виконуються потоковим методом із поетапним переходом між технологічними процесами. Загальна технологічна схема зведення будівлі передбачає виконання робіт у такій послідовності:

земляні роботи;

- улаштування фундаментів;
- монтаж металевого каркаса;
- бетонування монолітних перекриттів;
- влаштування зовнішніх і внутрішніх стін;
- монтаж покриття;
- улаштування інженерних мереж;
- оздоблювальні роботи;
- благоустрій території.

*Виконання земляних робіт*

Розроблення котловану здійснюється одноківшеvim гідравлічним екскаватором із місткістю ковша 0,5–0,65 м<sup>3</sup>. Ґрунт вивозиться

автосамоскидами вантажопідйомністю 10–15 т. Остаточне планування дна котловану виконується вручну безпосередньо перед улаштуванням бетонної підготовки.

Укоси котловану приймаються відповідно до фізико-механічних характеристик ґрунтів та вимог безпеки. Для відведення атмосферних вод передбачаються тимчасові водовідвідні канали та приямки.

Після завершення розроблення котловану виконується геодезична перевірка відміток дна та положення осей будівлі.

#### *Улаштування фундаментів*

Фундаменти адміністративної будівлі виконуються у вигляді монолітних залізобетонних стрічок. До початку бетонування влаштовується бетонна підготовка з бетону класу С8/10 товщиною 100 мм.

Армування фундаментів здійснюється просторовими каркасами з арматури класу А400С та А240С. Монтаж арматурних елементів виконується автомобільним краном або вручну залежно від маси конструкцій.

Після завершення армування виконується встановлення інвентарної щитової опалубки. Перед бетонуванням перевіряється:

- правильність геометричних розмірів;
- надійність закріплення опалубки;
- товщина захисного шару бетону;
- відповідність арматурних каркасів проекту.

Бетонна суміш подається автобетононасосом безпосередньо до місця укладання. Укладання бетону виконується шарами товщиною 300–400 мм із обов'язковим ущільненням глибинними вібраторами.

Догляд за бетоном передбачає:

- захист поверхні від висихання;
- періодичне зволоження;
- підтримання температурно-вологісного режиму.

Розпалублення конструкцій виконується після досягнення бетоном необхідної міцності.

### *Монтаж металевого каркаса*

Після завершення робіт нульового циклу виконується монтаж несучого металевого каркаса будівлі. Монтаж здійснюється автомобільним стріловим краном із телескопічною стрілою.

Технологічна послідовність монтажу:

- 1) Встановлення колон.
- 2) Тимчасове закріплення конструкцій.
- 3) Монтаж ригелів та балок.
- 4) Влаштування монтажних зв'язків.
- 5) Остаточне закріплення вузлів.

Колони встановлюються на анкерні болти з подальшим вивірянням у вертикальному положенні. Контроль точності монтажу здійснюється геодезичними приладами.

Монтаж металевих конструкцій виконується поелементним методом із дотриманням вимог охорони праці та технологічних перерв між операціями.

### *Бетонування монолітних перекриттів*

Міжповерхові перекриття виконуються у вигляді монолітних залізобетонних плит по сталевих балках каркаса.

Технологія виконання робіт включає:

- монтаж опалубної системи;
- встановлення телескопічних стояків;
- армування плит;
- бетонування;
- догляд за бетоном;
- розпалублення конструкцій.

Опалубка перекриття виконується із застосуванням інвентарних щитових систем багаторазового використання. Перед бетонуванням перевіряється горизонтальність палуби та стійкість опорних елементів.

Арматурні сітки та каркаси встановлюються відповідно до проєктних рішень із забезпеченням нормативного захисного шару бетону.

Бетонування плит виконується безперервно по захватках. Для ущільнення бетонної суміші використовуються глибинні та поверхневі вібратори.

Розпалублення перекриттів допускається після набору бетоном не менше 70 % проєктної міцності.

#### *Влаштування зовнішніх та внутрішніх стін*

Зовнішні огорожувальні конструкції виконуються з газобетонних блоків із подальшим утепленням мінераловатними плитами та влаштуванням вентиляованого фасаду.

Кладка стін ведеться горизонтальними рядами із перев'язкою вертикальних швів. Для піднімання матеріалів використовується баштовий або автомобільний кран.

Внутрішні перегородки виконуються з керамічної цегли товщиною 120 мм. Кладочні роботи виконуються із застосуванням цементно-піщаного розчину марки М75.

Контроль якості кладки включає:

- перевірку вертикальності;
- контроль товщини швів;
- перевірку геометричних розмірів;
- контроль перев'язки швів.

#### *Монтаж покриття та покрівельні роботи*

Після завершення монтажу каркаса та перекриттів виконується влаштування покриття будівлі.

Конструкція покрівлі включає:

- пароізоляцію;
- теплоізоляційний шар;
- гідроізоляцію;
- профільований настил;
- водовідвідну систему.

Монтаж покрівельних елементів виконується із застосуванням механізованого інструменту та страхувальних систем.

Особлива увага приділяється герметизації стиків та контролю якості гідроізоляційного шару.

#### *Монтаж інженерних мереж*

Після завершення основних загальнобудівельних робіт виконуються:

- монтаж систем водопостачання;
- каналізації;
- вентиляції;
- електропостачання;
- слабкострумівих мереж.

Інженерні комунікації монтується відповідно до проєктних схем та вимог експлуатаційної безпеки.

#### *Оздоблювальні роботи*

Оздоблення приміщень виконується після завершення монтажу інженерних систем та закриття теплового контуру будівлі.

До оздоблювальних процесів належать:

- штукатурні роботи;
- улаштування підлог;
- фарбування;
- облицювання;
- монтаж підвісних стель.

Роботи виконуються потоковим методом із дотриманням технологічної послідовності.

На всіх етапах будівництва здійснюється операційний контроль якості відповідно до вимог ДБН та ДСТУ. Контролю підлягають:

- якість матеріалів;
- геометричні параметри конструкцій;
- відповідність виконаних робіт проєкту;
- дотримання технології виконання процесів.

За результатами контролю оформлюються акти прихованих робіт, журнали бетонування, виконавчі схеми та інша технічна документація.

Прийнята технологія організації будівельно-монтажних робіт забезпечує необхідну якість конструкцій, безпечне виконання процесів, ефективно використання технічних ресурсів та дотримання нормативних строків будівництва адміністративної будівлі.

### **3.4 Технологічна схема виконання покрівельних робіт із застосуванням профільованого настилу**

Влаштування покрівлі з профільованого настилу є одним із завершальних етапів зведення адміністративної будівлі та виконується після завершення монтажу несучих конструкцій покриття. Технологія монтажу профнастилу розробляється з урахуванням конструктивної схеми даху, кліматичних умов району будівництва, експлуатаційних навантажень та вимог чинних нормативних документів. Основною метою організації покрівельних робіт є забезпечення надійності, герметичності, довговічності та енергоефективності покрівельної системи.

Для адміністративної будівлі прийнята скатна утеплена покрівля із зовнішнім покриттям із профільованих сталевих листів типу НС35-1000-0,7. Профнастил доставляється на будівельний майданчик у готових до монтажу розмірах відповідно до попередньо виконаних геодезичних обмірів покрівельних скатів. Довжина листів визначається залежно від фактичної відстані між карнизом та коником із урахуванням величини карнизного звису.

Під час транспортування та складування профільованих листів необхідно дотримуватися вимог щодо збереження їх геометричної форми та захисного полімерного покриття. Листи зберігають у пакетах на рівному майданчику на дерев'яних підкладках висотою до 200 мм. Відстань між опорними прокладками приймається близько 0,5 м. Висота штабеля не повинна перевищувати 1 м. При довготривалому зберіганні листи перекладають дерев'яними рейками для забезпечення вентиляції та запобігання корозії.

До початку монтажу покрівлі виконується перевірка геометрії кроквяної системи та обрешітки. Контроль здійснюється шляхом вимірювання:

- діагоналей скатів;
- паралельності карнизів;
- прямолінійності коника;
- відстаней між кроквами.

Усі конструктивні елементи повинні відповідати проєктним розмірам та не мати перекосів, оскільки навіть незначні відхилення можуть призвести до порушення геометрії покрівельного покриття.

#### *Улаштування обрешітки та підпокрівельної ізоляції*

Обрешітка під профільований настил виконується з антисептованих дерев'яних дощок перерізом:

32×100 мм при кроці крокв 700–900 мм.

Крок обрешітки приймається:

$a=350$  мм

Для захисту теплоізоляційного шару від зволоження в конструкції покрівлі передбачається використання супердифузійної мембрани, яка виконує функцію гідро- та вітрозахисту. Мембрана укладається від карнизного звису до коника з перекриттям суміжних полотен.

Кріплення мембрани виконується оцинкованими цвяхами або будівельним степлером із кроком:  $l=200$  мм.

Для забезпечення ефективного повітрообміну між теплоізоляцією та покрівельним покриттям влаштовується вентиляційний зазор шириною:

$b=50$  мм.

Вентиляційний канал забезпечує видалення водяної пари та запобігає утворенню конденсату на внутрішній поверхні профнастилу.

#### *Визначення кількості профільованих листів*

Необхідну кількість листів визначають за корисною шириною профілю.

Розрахунок виконується за формулою:

$$n = L_k / b_k$$

де:

$L_k$  – довжина коника;

$b_k$  – корисна ширина одного листа.

При довжині коника:  $L_k=18$  м та корисній ширині листа:  $b_k=1,0$  м

отримуємо:

$n=18/1,0=18$  листів.

Результат округлюється у більшу сторону з урахуванням технологічних запасів.

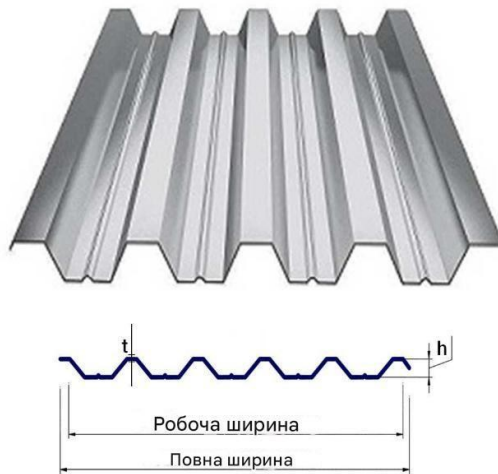


Рисунок 3.4.1 – Схема профільного листа (НС35-1000-0,7)

#### *Технологія монтажу профільованих листів*

Монтаж профнастилу на двосхилих покрівлях розпочинається з торцевої частини ската. Укладання листів виконується знизу догори у напрямку до коника. Кожний наступний лист перекриває попередній по капілярній канавці.

Карнизний звис профільованого листа приймається:  $l=40$  мм.

Перевищення цього значення може спричинити деформацію листа під дією снігового або вітрового навантаження.

Для багаторядного монтажу використовуються два технологічні методи:

- «блок 4 листи» – для профнастилу з дренажною канавкою;
- «блок 3 листи» – для профнастилу без дренажної канавки.

Після попереднього вирівнювання листів по карнизу виконується остаточне кріплення до обрешітки.

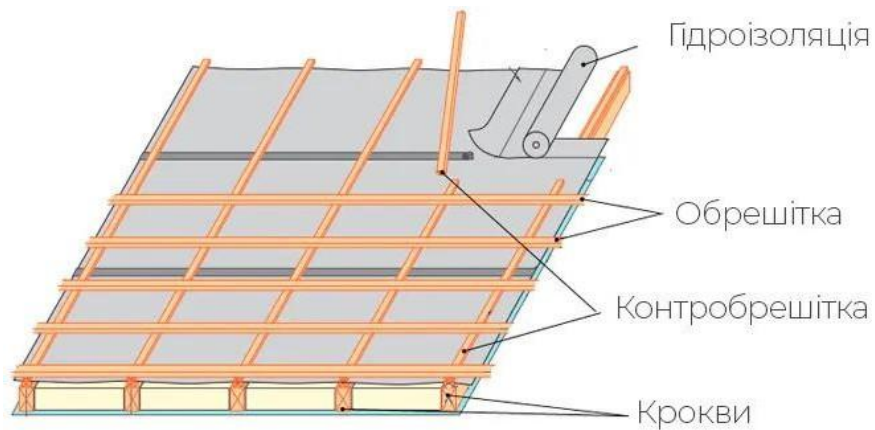


Рисунок 3.4.2 – Монтаж підкладки під покрівлю для профнастилу  
*Кріплення профнастилу*

Кріплення профільованих листів здійснюється покрівельними самонарізними гвинтами з ущільнювальними шайбами.

Довжина саморіза визначається за формулою:

$$L = H + L1 + L2$$

де:

H – висота профілю;

L1 – глибина входження різьби в деревину;

L2 – товщина ущільнювальної шайби.

Для профілю НС35: H=35мм глибина входження: L1=25 мм, товщина шайби: L2=3 мм.

Тоді необхідна довжина саморіза:

$$L = 35 + 25 + 3 = 63 \text{ мм.}$$

Кріплення виконується:

- до верхньої та нижньої дошки – у кожну хвилю;
- до проміжних елементів – через одну хвилю.

Крок кріплення по поздовжніх стиках не повинен перевищувати:

$$a = 500 \text{ м. } \}$$

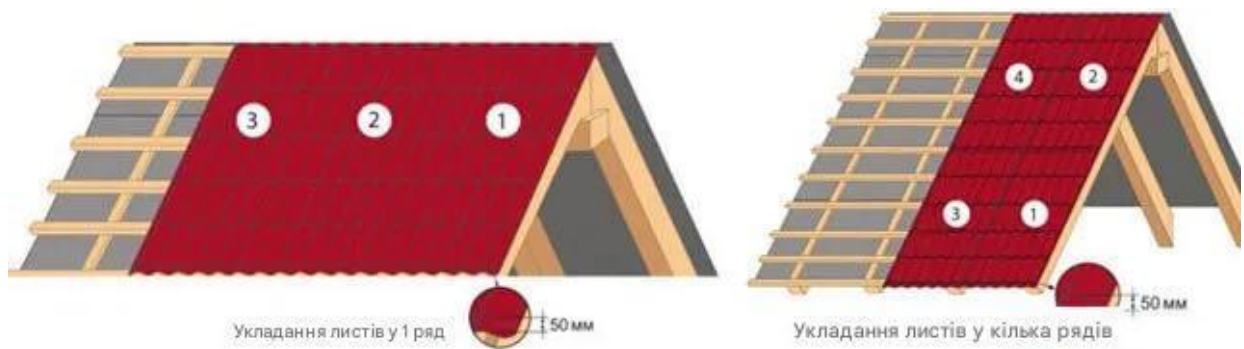


Рисунок 3.4.3 – Схема укладання профільних листів

*Улаштування коника та примикань*

Монтаж коникових елементів виконується з перекриттям:  $l=150\text{--}200\text{ мм}$ .

Кріплення здійснюється покрівельними саморізами через верхню хвилю профілю з кроком:  $a=200\text{--}300\text{ мм}$ .

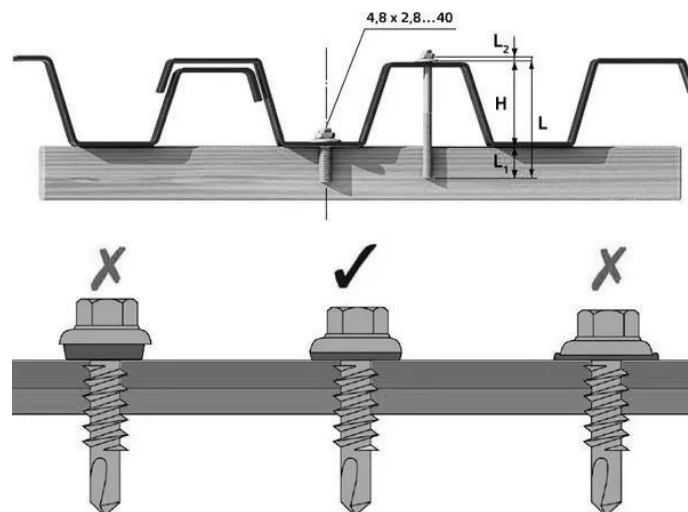


Рисунок 3.4.4 – Схема кріплення профнастилу

У місцях примикання покрівлі до вертикальних конструкцій влаштовуються внутрішні та зовнішні фартухи з оцинкованої сталі. Для відведення води під внутрішнім фартухом монтується «краватка» – металевий лист із бортиками.

Особлива увага приділяється герметизації стиків та вузлів примикань, оскільки ці ділянки є найбільш уразливими до проникнення атмосферної вологи.



Рисунок 3.4.5 – Схема облаштування примикань

### *Вимоги з охорони праці під час покрівельних робіт*

Покрівельні роботи належать до робіт підвищеної небезпеки та виконуються відповідно до вимог ДБН А.3.2-2-2009.

Працівники повинні бути забезпечені:

- страхувальними поясами;
- захисними касками;
- спецвзуттям із неслизькою подошвою;
- рукавицями.

Пересування по покрівлі допускається лише у м'якому взутті та по нижніх прогинах хвиль профнастилу. Використання абразивних кутових шліфувальних машин для різання листів забороняється через небезпеку пошкодження полімерного покриття.

### *Контроль якості покрівельних робіт*

Після завершення монтажу виконується перевірка:

- правильності геометрії покрівлі;
- герметичності стиків;
- якості кріплення листів;
- стану полімерного покриття;
- роботи вентиляційних каналів.

Поверхня покрівлі очищується від металевої стружки та монтажного сміття для запобігання локальній корозії.

Прийнята технологія виконання покрівельних робіт забезпечує необхідну міцність, герметичність та довговічність покриття, відповідає сучасним вимогам енергоефективності та створює надійний захист адміністративної будівлі від атмосферних впливів.

### **3.5 Розроблення календарного плану організації будівництва адміністративної будівлі**

Календарне планування є одним із основних елементів організації будівельного виробництва та використовується для визначення раціональної послідовності виконання будівельно-монтажних процесів, тривалості окремих етапів будівництва, потреби у трудових і технічних ресурсах, а також для координації роботи всіх учасників будівництва.

Календарний план розробляється відповідно до вимог ДБН А.3.1-5:2016 та забезпечує ефективне управління процесом зведення адміністративної будівлі на всіх стадіях виконання робіт.

Основною метою календарного планування є:

- визначення нормативної та фактичної тривалості будівництва;
- встановлення технологічної послідовності виконання робіт;
- забезпечення ритмічної роботи будівельних бригад;
- оптимізація використання будівельних машин і механізмів;
- координація постачання матеріалів та конструкцій;
- забезпечення безперервності будівельного процесу.

Календарний графік складається з двох основних частин:

- розрахункової;
- графічної.

Розрахункова частина містить:

- Номенклатуру будівельно-монтажних робіт.
- Обсяги робіт.
- Трудомісткість процесів.
- Необхідну кількість працівників.
- Потребу у будівельній техніці.

- Тривалість виконання окремих процесів.
- Кількість змін роботи.
- Склад спеціалізованих та комплексних бригад.

Графічна частина календарного плану відображає:

- технологічний взаємозв'язок процесів;
- строки початку та завершення робіт;
- суміщення будівельних процесів;
- загальну тривалість будівництва;
- завантаження трудових ресурсів та техніки.

Під час розроблення календарного графіка будівництво адміністративної будівлі поділяється на окремі етапи:

- підготовчий період;
- земляні роботи;
- влаштування фундаментів;
- монтаж каркаса;
- бетонування перекриттів;
- мурування стін;
- монтаж покрівлі;
- інженерні роботи;
- оздоблення;
- благоустрій території.

Технологічна послідовність робіт визначається конструктивними особливостями будівлі та вимогами безпечного виконання процесів.

Тривалість окремих робіт визначається за формулою:

$$T=Q/n \times P \times k$$

де:

T – тривалість виконання робіт, діб;

Q – трудомісткість робіт, люд.-дн.;

n – кількість робітників у бригаді;

P – продуктивність праці;

k – коефіцієнт виконання норм.

Для основних будівельних процесів коефіцієнт виконання норм приймається:  $k=1,05-1,15$

Трудомісткість окремих процесів визначається відповідно до діючих нормативів РЕКН та ДСТУ.

Загальна трудомісткість визначається:

$$Q=V \times N_{ч}$$

де:

V – обсяг робіт;

$N_{ч}$  – норма часу на одиницю продукції.

Наприклад, для бетонування фундаментів:

обсяг бетону:

$$V=145 \text{ м}^3$$

норма часу:

$$N_{ч}=2,1 \text{ люд.-год/м}^3$$

Тоді трудомісткість становить:

$$Q=145 \times 2,1=304,5 \text{ люд.-год}$$

Необхідна кількість працівників у бригаді визначається:

$$N= Q/T \times t$$

де:

N – чисельність бригади;

Q – трудомісткість;

T – тривалість робіт;

t – тривалість зміни.

При:

$$Q = 304,5 \text{ люд.-год};$$

$$T = 5 \text{ діб};$$

$$t = 8 \text{ год.}$$

отримуємо:

$$N= 304,5/5 \times 8=7,6 \text{ приймаємо } 8 \text{ осіб.}$$

Для скорочення строків будівництва використовується потоковий метод організації робіт із частковим суміщенням процесів.

Основні принципи потокового методу:

- поділ будівлі на захватки;
- ритмічне переміщення бригад;
- безперервне використання механізмів;
- паралельне виконання окремих процесів.

Тривалість загального будівництва визначається сумарною тривалістю критичних процесів календарного графіка.

Для виконання основних процесів приймаються:

- екскаватор із ковшем 0,65 м<sup>3</sup>;
- автосамоскиди вантажопідйомністю 10–15 т;
- автомобільний кран;
- автобетононасос;
- глибинні вібратори;
- компресори;
- електроінструмент.

Вибір техніки здійснюється з урахуванням:

- обсягів робіт;
- вантажопідйомності;
- продуктивності;
- умов будівельного майданчика.
- Для забезпечення ритмічної роботи формуються спеціалізовані та комплексні бригади:
- земляна бригада;
- арматурники;
- бетонярі;
- монтажники;
- муляри;
- покрівельники;

- оздоблювальники;
- електромонтажники;
- сантехніки.

Склад бригад визначається залежно від трудомісткості та тривалості робіт.

Календарний графік використовується для:

- оперативного управління будівництвом;
- контролю строків виконання робіт;
- координації постачання матеріалів;
- аналізу завантаження техніки;
- оцінки ефективності використання трудових ресурсів.

Під час будівництва допускається коригування календарного графіка залежно від:

- погодних умов;
- фактичних темпів виконання робіт;
- постачання матеріалів;
- виробничих факторів.

Розроблений календарний план забезпечує раціональну організацію будівельного виробництва, дозволяє скоротити тривалість зведення адміністративної будівлі та підвищити ефективність використання матеріально-технічних і трудових ресурсів.

### **3.6 Будівельний генеральний план адміністративної будівлі**

Будівельний генеральний план визначає раціональне розміщення тимчасових будівель, складів, інженерних мереж, транспортних шляхів і монтажних механізмів на території будівельного майданчика.

Основною метою розроблення будгенплану є:

- забезпечення безпечного виконання робіт;
- скорочення внутрішньомайданчикових перевезень;
- раціональне використання території;
- створення умов для безперервного будівельного процесу.

### 3.6.1 Розрахунок тимчасових побутових приміщень

Кількість працюючих на об'єкті:  $N = 42$  особи

Площа тимчасових приміщень визначається:

$$S = N \cdot a$$

Таблиця 3.6.1.1 – Площа приміщень

Приміщення	Норма площі	Кількість	Розрахункова площа	Прийнята площа
Гардеробна	0,7 м <sup>2</sup> /особу	42	29,4 м <sup>2</sup>	30 м <sup>2</sup>
Душові	0,54 м <sup>2</sup> /особу	42	22,7 м <sup>2</sup>	24 м <sup>2</sup>
Їдальня	0,25 м <sup>2</sup> /особу	42	10,5 м <sup>2</sup>	12 м <sup>2</sup>
Приміщення виконроба	-	-	-	12 м <sup>2</sup>

Загальна площа тимчасових приміщень:  $S_{\text{заг}} = 30 + 24 + 12 + 12 = 78 \text{ м}^2$

### 3.6.2 Розрахунок потреби у водопостачанні

Таблиця 3.6.2.1 – Площа приміщень

Споживач	Норма	Кількість	Витрата
Побутові потреби	25 л/особу	42	1050 л
Технічні потреби	0,35 л/с	-	0,35 л/с
Пожежогасіння	10 л/с	-	10 л/с

Сумарна витрата води:

$$Q_{\text{заг}} = 10,35 \text{ л/с}$$

### 3.6.3 Розрахунок електропостачання

Таблиця 3.6.3.1 – Електропостачання майданчика

Споживач	Потужність	Кількість	Коефіцієнт попиту	Розрахункова потужність
Зварювальний апарат	18 кВт	2	0,7	25,2 кВт
Бетононасос	30 кВт	1	0,8	24 кВт
Освітлення	5 кВт	1	1,0	5 кВт
Електроінструмент	8 кВт	1	0,6	4,8 кВт

Сумарна потужність:  $P = 25,2 + 24 + 5 + 4,8 = 59$  кВт

Приймається трансформаторна підстанція потужністю 63 кВА.

### 3.6.4 Розрахунок площ складів

Таблиця 3.6.4.1 – Площа складів

Матеріал	Добова потреба	Запас	Норма складування	Площа складу
Арматура	3 т	5 діб	2 т/м <sup>2</sup>	7,5 м <sup>2</sup>
Цегла	8000 шт	4 доби	400 шт/м <sup>2</sup>	80 м <sup>2</sup>
Цемент	4 т	5 діб	1,2 т/м <sup>2</sup>	16,7 м <sup>2</sup>
Профнастил	500 м <sup>2</sup>	3 доби	50 м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	10 м <sup>2</sup>

Загальна площа складів становить приблизно 115 м<sup>2</sup>.

### 3.6.5 Організація руху транспорту

Ширина тимчасових доріг:

- односторонній рух – 3,5 м;
- двосторонній рух – 6,0 м.

Радіус повороту транспорту:  $R = 12$  м

Небезпечна зона роботи крана:

$$L = l_{\text{стр}} + 7$$

При:  $l_{\text{стр}} = 18$  м

отримуємо:  $L = 18 + 7 = 25$  м.

### 3.6.6 Охорона праці та пожежна безпека

На будівельному майданчику передбачено:

- тимчасове огороження;
- пожежні щити;
- освітлення небезпечних зон;
- дорожню розмітку;
- безпечні проходи;
- засоби пожежогасіння.

Прийняті рішення забезпечують ефективну організацію будівництва та безпечне виконання будівельно-монтажних робіт.

## РОЗДІЛ IV

### ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

#### 4.1 Нормативно-правові основи забезпечення безпеки праці під час будівництва адміністративної будівлі

Одним із найважливіших напрямів організації сучасного будівельного виробництва є забезпечення безпечних умов праці, збереження життя та здоров'я працівників, а також запобігання виникненню аварійних і надзвичайних ситуацій під час виконання будівельно-монтажних робіт. Будівельна галузь належить до сфери підвищеної виробничої небезпеки, оскільки виконання робіт супроводжується використанням вантажопідіймальної техніки, електрообладнання, роботою на висоті, переміщенням важких конструкцій та впливом значної кількості небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Проектований об'єкт являє собою багатоповерхову адміністративну будівлю з металевим каркасом та монолітними залізобетонними перекриттями. Під час її зведення передбачається виконання значного обсягу земляних, монтажних, бетонних, покрівельних та оздоблювальних робіт, що потребує комплексного підходу до організації системи охорони праці на будівельному майданчику.

Організація безпечних умов праці здійснюється відповідно до вимог чинного законодавства України, державних будівельних норм, стандартів та нормативно-правових актів у сфері охорони праці та безпеки життєдіяльності.

Основним нормативним документом у сфері охорони праці є Закон України «Про охорону праці», який визначає основні принципи державної політики у сфері безпеки праці, права та обов'язки роботодавців і працівників, а також порядок організації системи управління охороною праці на підприємствах.

Правове регулювання трудових відносин у будівництві здійснюється відповідно до Кодексу законів про працю України, який встановлює гарантії працівникам щодо безпечних і здорових умов праці, регламентує режим праці та відпочинку, порядок проведення інструктажів, медичних оглядів та забезпечення працівників засобами індивідуального захисту.

Під час організації будівельного виробництва необхідно дотримуватися вимог ДБН А.3.2-2-2009, який встановлює вимоги безпеки під час виконання будівельно-монтажних процесів, експлуатації машин і механізмів, організації будівельного майданчика та проведення робіт підвищеної небезпеки.

Організаційні питання будівництва регламентуються вимогами ДБН А.3.1-5:2016, відповідно до якого на будівельному майданчику повинні бути створені безпечні умови праці, організовані тимчасові побутові приміщення, транспортні шляхи, системи освітлення та пожежного захисту.

Важливе значення мають нормативні документи у сфері електробезпеки, зокрема:

- Правила улаштування електроустановок;
- Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.

Вони визначають вимоги щодо експлуатації тимчасових електромереж, заземлення обладнання, захисту працівників від ураження електричним струмом та безпечного використання електроінструменту.

Забезпечення пожежної безпеки на будівельному майданчику здійснюється відповідно до вимог:

- Кодекс цивільного захисту України;
- Правила пожежної безпеки в Україні.

На будівельному майданчику повинні бути передбачені первинні засоби пожежогасіння, пожежні щити, резервуари з водою та безпечні евакуаційні проходи.

Одним із основних завдань охорони праці під час будівництва адміністративної будівлі є зниження рівня виробничого травматизму та професійної захворюваності. Для досягнення цієї мети необхідно:

- забезпечити працівників засобами індивідуального захисту;
- організувати проведення інструктажів та навчання;
- здійснювати контроль технічного стану машин і механізмів;
- обмежити доступ сторонніх осіб до небезпечних зон;
- забезпечити нормативне освітлення робочих місць;
- контролювати дотримання технології виконання робіт.

Особлива увага приділяється роботам підвищеної небезпеки, до яких належать:

- монтаж металевих конструкцій;
- бетонування перекриттів;
- виконання робіт на висоті;
- робота вантажопідіймальних механізмів;
- електромонтажні процеси.

Виконання таких робіт допускається лише за наявності відповідних нарядів-допусків та після проведення цільового інструктажу працівників.

Соціально-економічне значення охорони праці полягає у збереженні трудових ресурсів, зменшенні витрат, пов'язаних із нещасними випадками, скороченні простоїв виробництва та підвищенні продуктивності праці. Створення безпечних умов праці позитивно впливає на якість виконання будівельних робіт, дисципліну працівників та загальну ефективність будівництва.

Під час зведення адміністративної будівлі система охорони праці повинна базуватись на принципах пріоритетності життя та здоров'я працівників, комплексного управління виробничими ризиками, профілактики травматизму та постійного контролю за станом безпеки будівельного виробництва.

Дотримання вимог чинного законодавства та нормативних документів у сфері охорони праці створює необхідні умови для безпечного виконання будівельно-монтажних робіт, запобігання аварійним ситуаціям та забезпечення надійного функціонування будівельного майданчика під час будівництва адміністративної будівлі.

## **4.2 Дослідження виробничих умов та ідентифікація небезпечних факторів на будівельному майданчику**

Під час будівництва адміністративної будівлі на працівників впливає значна кількість небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які можуть призвести до травмування, професійних захворювань або виникнення аварійних ситуацій. Аналіз умов праці виконується з урахуванням технології виконання будівельно-монтажних робіт, конструктивних особливостей об'єкта та організації будівельного виробництва.

Будівництво адміністративної будівлі включає виконання земляних, бетонних, монтажних, покрівельних, електромонтажних та оздоблювальних робіт, що супроводжуються використанням будівельної техніки, електрообладнання, вантажопідіймальних механізмів і ручного механізованого інструменту. Це створює потенційну небезпеку для працівників у процесі виконання виробничих операцій.

Одним із найбільш небезпечних факторів є виконання робіт на висоті під час монтажу металевого каркаса, бетонування перекриттів та влаштування покрівлі. Основними причинами виникнення небезпеки є:

відсутність або пошкодження захисних огорожень;

- порушення правил використання страхувальних систем;
- слизькі поверхні;
- несприятливі погодні умови;
- недостатнє освітлення робочої зони.

Падіння працівників із висоти належить до найбільш небезпечних виробничих факторів, оскільки може призвести до тяжких травм або летальних наслідків.

Значну небезпеку становить експлуатація вантажопідіймальної техніки та монтажних механізмів. На будівельному майданчику використовуються автомобільні крани, екскаватори, автобетононасоси та автосамоскиди. Основними джерелами небезпеки є:

- падіння вантажів;

- перекидання техніки;
- перебування працівників у небезпечній зоні роботи крана;
- порушення правил стропування конструкцій;
- несправність механізмів.

Роботи з бетонування та армування конструкцій супроводжуються значними фізичними навантаженнями, використанням електроінструменту та вібраційного обладнання. Під час ущільнення бетонної суміші глибинними вібраторами на працівників впливає локальна вібрація, яка при тривалому впливі може викликати професійні захворювання.

До фізичних небезпечних факторів також належать:

- підвищений рівень шуму;
- запиленість повітря;
- вібрація;
- недостатня або надмірна освітленість;
- несприятливі метеорологічні умови.

Підвищений рівень шуму виникає під час роботи компресорів, відбійних молотків, вібраторів, електроінструменту та будівельної техніки. Рівень шуму в окремих робочих зонах може перевищувати нормативне значення:

$L=80$ дБ, що негативно впливає на працездатність працівників та може спричинити погіршення слуху.

Запиленість повітря виникає під час:

- розроблення ґрунту;
- приготування будівельних розчинів;
- різання будівельних матеріалів;
- виконання оздоблювальних робіт.

Основними джерелами пилу є цемент, сухі будівельні суміші, частинки бетону та мінеральної вати. Тривалий вплив пилу може призводити до захворювань органів дихання та алергічних реакцій.

До хімічних небезпечних факторів належать:

- пари лакофарбових матеріалів;

- продукти згоряння пального;
- аерозолі будівельних сумішей;
- зварювальні гази.

Під час виконання зварювальних робіт можливе виділення оксидів металів та шкідливих газів, концентрація яких у робочій зоні не повинна перевищувати гранично допустимі значення.

Особливу небезпеку становить можливість ураження електричним струмом під час експлуатації тимчасових електромереж та електроінструменту. Основними причинами електротравматизму є:

- пошкодження ізоляції кабелів;
- відсутність заземлення;
- використання несправного обладнання;
- порушення правил експлуатації електроустановок.

Будівельний майданчик також характеризується наявністю психофізіологічних факторів, до яких належать:

- нервово-емоційне напруження;
- фізична перевтома;
- монотонність окремих процесів;
- робота в обмежених часових умовах.

Тривале фізичне навантаження під час виконання монтажних та бетонних робіт може призводити до зниження концентрації уваги та підвищення ризику виробничого травматизму.

У результаті аналізу встановлено, що найбільш небезпечними виробничими факторами на об'єкті будівництва адміністративної будівлі є: роботи на висоті;

- експлуатація вантажопідіймальної техніки;
- ураження електричним струмом;
- підвищений рівень шуму та вібрації;
- запиленість повітря робочої зони.

Частина виявлених небезпечних факторів перевищує нормативно допустимі значення або створює потенційну загрозу для працівників, тому виникає необхідність у розробленні додаткових організаційно-технічних заходів щодо покращення умов праці та зниження професійного ризику.

Зменшення впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів можливе шляхом:

- застосування сучасних засобів індивідуального захисту;
- використання захисних огорожень;
- механізації трудомістких процесів;
- забезпечення нормативного освітлення;
- використання справної техніки;
- проведення систематичних інструктажів з охорони праці;
- контролю технічного стану обладнання.

Результати проведеного аналізу є основою для подальшого оцінювання професійних ризиків та розроблення комплексу організаційно-технічних заходів, спрямованих на підвищення рівня безпеки праці під час будівництва адміністративної будівлі.

#### **4.3 Оцінювання професійних ризиків та аналіз імовірності виникнення небезпечних ситуацій на будівельному майданчику**

Під час виконання будівельно-монтажних робіт на об'єкті будівництва адміністративної будівлі виникає значна кількість потенційних небезпек, пов'язаних із виконанням робіт на висоті, експлуатацією будівельної техніки, використанням електрообладнання та впливом несприятливих виробничих факторів. Для визначення ступеня небезпеки та розроблення ефективних заходів із охорони праці виконується оцінювання професійних ризиків методом матричного аналізу.

Основною метою оцінювання ризиків є:

- виявлення найбільш небезпечних виробничих процесів;
- визначення рівня ризику виникнення небезпечних подій;
- оцінювання можливих наслідків;

- обґрунтування необхідності впровадження організаційно-технічних заходів.

Методика оцінювання ризику базується на визначенні:

- категорії серйозності небезпеки;
- рівня ймовірності виникнення події;
- індексу ризику.

Таблиця 4.3.1 – Категорії серйозності небезпеки

Вид небезпеки	Категорія	Характеристика наслідків
Катастрофічна	I	Смерть працівника або руйнування конструктивної системи
Критична	II	Тяжка травма, стійке захворювання, значне пошкодження обладнання
Гранична	III	Незначна травма, тимчасова втрата працездатності
Незначна	IV	Легкі пошкодження або незначне погіршення умов праці

Для визначення ризику також встановлюється ймовірність виникнення небезпечної події.

Таблиця 4.3.2 – Рівні ймовірності реалізації небезпеки

Вид	Рівень	Характеристика
Часта	A	Подія виникає систематично або має дуже високу ймовірність
Можлива	B	Подія може виникати декілька разів під час будівництва
Випадкова	C	Подія може періодично виникати
Віддалена	D	Малоймовірна, але можлива ситуація
Неймовірна	E	Подія практично не очікується

На основі поєднання категорії наслідків та ймовірності виникнення формується матриця ризику.

Таблиця 4.3.3 – Матриця оцінювання професійних ризиків

Частота виникнення	I Катастрофічна	II Критична	III Гранична	IV Незначна
A Часто	1A	2A	3A	4A
B Можливо	1B	2B	3B	4B

Частота виникнення	I Катастрофічна	II Критична	III Гранична	IV Незначна
C Час від часу	1C	2C	3C	4C
D Віддалено	1D	2D	3D	4D
E Неймовірно	1E	2E	3E	4E

#### Класифікація рівнів ризику

Індекс ризику	Характеристика ризику
1A, 1B, 1C, 2A, 2B, 3A	Неприпустимий (надмірний)
1D, 2C, 2D, 3B, 3C	Небажаний (гранично допустимий)
1E, 2E, 3D, 3E, 4A, 4B	Припустимий з перевіркою
4C, 4D, 4E	Припустимий без перевірки

Після побудови матриці ризиків виконується оцінювання основних небезпечних факторів, характерних для будівництва адміністративної будівлі.

#### Аналіз ризику падіння працівників з висоти

Під час монтажу металевого каркаса, бетонування перекриттів та виконання покрівельних робіт існує високий ризик падіння працівників із висоти.

Таблиця 4.3.4 – Оцінювання ризику падіння з висоти

Показник	Характеристика
Вид небезпеки	Падіння працівника з висоти
Категорія небезпеки	I – катастрофічна
Можливі наслідки	Смертельна або тяжка травма
Рівень імовірності	C – випадкова
Характеристика ймовірності	Може виникати під час монтажних робіт
Індекс ризику	1C
Рівень ризику	Неприпустимий

Отриманий рівень ризику свідчить про необхідність застосування додаткових технічних та організаційних заходів безпеки.

#### Аналіз ризику ураження електричним струмом

Під час експлуатації тимчасових електромереж, електроінструменту та зварювального обладнання можливе ураження працівників електричним струмом.

Таблиця 4.3.5 – Оцінювання ризику ураження електричним струмом

Показник	Характеристика
Вид небезпеки	Ураження електричним струмом
Категорія небезпеки	II – критична
Можливі наслідки	Тяжка травма або стійке порушення здоров'я
Рівень імовірності	D – віддалена
Характеристика ймовірності	Малоймовірна, але можлива подія
Індекс ризику	2D
Рівень ризику	Небажаний

Для зниження ризику необхідно забезпечити заземлення обладнання та використання пристроїв захисного відключення.

Проведений аналіз показав, що найбільш небезпечними процесами під час будівництва адміністративної будівлі є:

- роботи на висоті;
- експлуатація вантажопідіймальної техніки;
- використання електрообладнання;
- бетонні та монтажні роботи.

Для більшості виявлених небезпек рівень ризику визначено як небажаний або неприпустимий, що свідчить про необхідність впровадження комплексу організаційно-технічних заходів щодо покращення умов праці, підвищення рівня безпеки та зниження виробничого травматизму.

Результати проведеного оцінювання ризиків є основою для розроблення заходів із охорони праці та системи управління безпекою будівельного виробництва на об'єкті проектування.

#### **4.4 Комплекс організаційно-технічних рішень щодо підвищення рівня безпеки праці під час будівництва адміністративної будівлі**

Проведений аналіз умов праці та оцінювання професійних ризиків показали, що під час будівництва адміністративної будівлі найбільшу небезпеку становлять роботи на висоті, експлуатація вантажопідіймальної техніки, використання електрообладнання, вплив шуму, вібрації та запиленості повітря робочої зони. Для зниження рівня виробничого

травматизму та покращення умов праці необхідно впровадити комплекс організаційних, технічних та архітектурно-планувальних заходів.

Основною метою розроблення заходів з охорони праці є:

- усунення або мінімізація небезпечних виробничих факторів;
- забезпечення нормативних умов праці;
- зниження рівня професійного ризику;
- попередження аварійних ситуацій;
- забезпечення безпечної організації будівельного виробництва.

Одним із найважливіших напрямів забезпечення безпеки праці є організація системи навчання та інструктажів працівників. Усі працівники, які допускаються до виконання будівельно-монтажних робіт, повинні проходити:

- вступний інструктаж;
- первинний інструктаж на робочому місці;
- повторний інструктаж;
- позаплановий інструктаж;
- цільовий інструктаж при виконанні робіт підвищеної небезпеки.

Працівники, які виконують монтажні роботи, електромонтажні процеси та роботи на висоті, повинні мати відповідну професійну підготовку та посвідчення на право виконання таких робіт.

Для підвищення рівня виробничої дисципліни на будівельному майданчику необхідно:

- забезпечити працівників інструкціями з охорони праці;
- організувати систему контролю за дотриманням вимог безпеки;
- обмежити доступ сторонніх осіб до небезпечних зон;
- здійснювати щоденний огляд технічного стану механізмів.

На території будівельного майданчика повинні бути встановлені:

- попереджувальні знаки безпеки;
- інформаційні стенди;
- покажчики руху транспорту;

- схеми евакуації;
- позначення небезпечних зон роботи кранів.

Для запобігання перевтомі працівників необхідно організувати раціональний режим праці та відпочинку. Тривалість робочої зміни приймається:  $t=8$  год.

Під час виконання робіт у несприятливих погодних умовах передбачаються додаткові технологічні перерви для обігріву працівників.

Особлива увага приділяється ергономічним вимогам до організації робочих місць. Робочі майданчики повинні мати:

- достатню площу;
- безпечні проходи;
- нормативне освітлення;
- зручне розташування інструменту та матеріалів.

За результатами оцінювання ризиків роботи на висоті мають неприпустимий рівень небезпеки, тому потребують впровадження спеціальних технічних заходів.

Для забезпечення безпеки під час монтажу перекриттів та покрівельних робіт передбачаються:

- інвентарні захисні огороження;
- страхувальні троси;
- монтажні пояси;
- захисні сітки;
- тимчасові настили.

Висота захисних огорожень повинна бути не меншою:  $h=1,1$  м.

Відстань між елементами огороження приймається:  $a \leq 0,15$  м.

Працівники, які виконують роботи на висоті, забезпечуються:

- касками;
- запобіжними поясами;
- неслизьким спецвзуттям;
- сигнальними жилетами.

Роботи на висоті забороняється виконувати:

- під час ожеледиці;
- при швидкості вітру понад:  $V=15\text{м/с}$ ;
- при недостатньому освітленні.

Для зниження ризику ураження електричним струмом тимчасові електромережі будівельного майданчика виконуються відповідно до вимог Правил улаштування електроустановок.

Передбачаються такі заходи:

- заземлення електрообладнання;
- використання пристроїв захисного відключення;
- застосування кабелів із подвійною ізоляцією;
- захист кабельних ліній від механічних пошкоджень;
- періодичний контроль опору ізоляції.

Опір заземлювального пристрою повинен задовольняти умову:  $R \leq 4 \text{ Ом}$ .

Напруга переносного електроінструменту у вологих умовах повинна бути не більше:  $U=42 \text{ В}$ .

Усі розподільчі щити повинні бути закритого типу та обладнані попереджувальними знаками.

Для нормалізації акустичних умов праці необхідно зменшити рівень шуму та вібрації від роботи будівельної техніки та механізованого інструменту.

Допустимий рівень шуму на робочому місці:  $L_{\text{доп}}=80 \text{ дБ}$ .

Для зниження шумового навантаження передбачаються:

- використання сучасного малошумного обладнання;
- своєчасне технічне обслуговування механізмів;
- встановлення шумозахисних екранів;
- обмеження часу роботи шумного обладнання;
- використання індивідуальних засобів захисту слуху.

Працівники забезпечуються:

- навушниками;
- протишумовими вкладишами;

- антивібраційними рукавицями.

Для зменшення вібрації застосовуються:

- гумові амортизатори;
- віброізолюючі прокладки;
- справне балансування обладнання.

Під час виконання будівельних робіт у літній та зимовий періоди необхідно забезпечити нормативні параметри мікроклімату.

Температура повітря у побутових приміщеннях повинна становити:

$t=18-22^{\circ}\text{C}$ .

Для створення комфортних умов праці передбачаються:

- приміщення для обігріву працівників;
- вентиляція тимчасових побутових приміщень;
- захист робочих місць від атмосферних опадів;
- забезпечення працівників спецодягом відповідно до сезону.

У спекотний період року працівники повинні бути забезпечені питною водою та місцями для відпочинку в затінених зонах.

Для зниження концентрації пилу в повітрі робочої зони необхідно:

- застосовувати вологе різання матеріалів;
- використовувати локальні системи пиловидалення;
- виконувати періодичне зволоження території;
- застосовувати респіратори.

Гранично допустима концентрація пилу не повинна перевищувати нормативних значень.

- Працівники, які виконують роботи з мінеральною ватою, цементом та сухими сумішами, забезпечуються:
  - респіраторами;
  - захисними окулярами;
  - спецодягом.

Для забезпечення безпечної організації будівельного майданчика передбачаються:

- зонування території;
- відокремлення небезпечних зон;
- організація окремих транспортних та пішохідних потоків;
- нормативна ширина проїздів та проходів;
- освітлення території.

Ширина основних проходів повинна бути не меншою:  $b=1$  м.

Ширина тимчасових автомобільних доріг:

- односторонній рух:  $b=3,5$  м.
- двосторонній рух:  $b=6$  м.

Небезпечні зони роботи крана позначаються сигнальними огороженнями та попереджувальними знаками.

Для попередження пожеж на будівельному майданчику передбачаються:

- пожежні щити;
- порошкові вогнегасники;
- резервуари з водою;
- вільні евакуаційні проходи;
- заборона паління у виробничих зонах.

Відстань між пожежними щитами повинна становити не більше:  $L=100$  м.

У місцях проведення зварювальних робіт встановлюються додаткові вогнегасники та металеві екрани.

Запропонований комплекс організаційно-технічних та архітектурно-планувальних заходів дозволяє значно знизити рівень професійного ризику, покращити умови праці працівників та забезпечити безпечне виконання будівельно-монтажних робіт під час будівництва адміністративної будівлі.

#### **4.5 Висновки до розділу з охорони праці та безпеки будівельного виробництва**

У розділі «Охорона праці» було розглянуто комплекс питань, пов'язаних із забезпеченням безпечних умов праці під час будівництва адміністративної будівлі, а також проведено аналіз потенційних небезпечних і шкідливих виробничих факторів, характерних для будівельного майданчика.

Основною метою розділу було дослідження умов праці на об'єкті проєктування, оцінювання рівня професійних ризиків та розроблення організаційно-технічних заходів, спрямованих на зниження виробничого травматизму, покращення умов праці та підвищення рівня безпеки будівельного виробництва.

У процесі виконання розділу було проаналізовано чинну нормативно-правову базу у сфері охорони праці та встановлено, що організація будівництва адміністративної будівлі повинна здійснюватися відповідно до вимог законодавства України, державних будівельних норм, правил пожежної безпеки та нормативних документів з електробезпеки.

У результаті аналізу умов праці встановлено основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які виникають під час виконання будівельно-монтажних робіт:

- виконання робіт на висоті;
- експлуатація вантажопідіймальної техніки;
- можливість ураження електричним струмом;
- підвищений рівень шуму та вібрації;
- запиленість повітря робочої зони;
- несприятливі метеорологічні умови;
- значні фізичні навантаження на працівників.

Проведене оцінювання професійних ризиків методом матричного аналізу показало, що найбільш небезпечними процесами є монтажні роботи на висоті, використання будівельної техніки та експлуатація тимчасових електромереж. Для окремих видів робіт встановлено небажаний та неприпустимий рівень ризику, що потребує впровадження додаткових заходів безпеки.

Для покращення умов праці та зниження рівня професійної небезпеки було запропоновано комплекс організаційних, технічних та архітектурно-планувальних заходів, серед яких:

- проведення систематичного навчання та інструктажів з охорони праці;

- забезпечення працівників засобами індивідуального захисту;
- використання захисних огорожень та страхувальних систем;
- організація безпечних зон роботи вантажопідіймальної техніки;
- забезпечення нормативного освітлення робочих місць;
- застосування пристроїв захисного відключення та заземлення електрообладнання;
- зниження рівня шуму та вібрації;
- нормалізація параметрів мікроклімату;
- організація пожежного захисту будівельного майданчика.

Запропоновані заходи дозволяють:

- знизити рівень виробничого травматизму;
- покращити санітарно-гігієнічні умови праці;
- підвищити рівень електро- та пожежної безпеки;
- забезпечити безпечну організацію будівельного майданчика;
- зменшити вплив небезпечних і шкідливих виробничих факторів на працівників.

Упровадження розроблених рішень забезпечує відповідність умов праці вимогам чинних нормативних документів, підвищує ефективність організації будівельного виробництва та створює необхідні умови для безпечного виконання будівельно-монтажних робіт під час зведення адміністративної будівлі.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. К.: Мінрегіонбуд України, 2016. 46 с. [https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2016/01/A315\\_Organizatsiyabudivelnogo-virobnitstva.pdf](https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2016/01/A315_Organizatsiyabudivelnogo-virobnitstva.pdf)
2. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП45.2-7.02-12) [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=25399](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=25399)
3. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинний від 2016–10–31]. К. : Мінрегіон України, 2016. 39 с. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=68456](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=68456)
4. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. Зміна №1 К. : Мінбуд України, 2006. 75 с. [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=21670106](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=21670106)
5. ДБН В.2.2-15:2019. Житлові будинки. Основні положення. [Чинний від 2019–01–19]. Зі Зміною №1. К. : Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. 51 с. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=59627](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=59627)
6. ДБН В.2.6:220-2017. Покриття будівель і споруд. К. : Мінрегіонбуд України, 2017. 46 с. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=72201](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=72201)
7. ДБН А.1.1-1:2009. Система стандартизації та нормування у будівництві. Основні положення. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 16 с. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=112664](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=112664)
8. ДБН В.1.1-45:2017. Будівлі і споруди в складних інженерно-геологічних умовах. Загальні положення. К. : Мінрегіонбуд України, 2017. 26 с. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=71184](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=71184)
9. ДБН В.2.2-41:2019. Висотні будівлі. Основні положення. К. : Мінрегіонбуд України, 2019. 50 с. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=84353](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=84353)

10. ДБН В.2.6-162:2010. Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення. Із Зміною №1. К. : Міністерство розвитку громад та територій України. 2022. 103 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=26738](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=26738)
11. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. К. : Мінрегіонбуд України, 2011. 71 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=112670](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=112670)
12. ДСТУ-Н Б В 2.1-28:2013. Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів. [Чинний від 2014–01–01]. Київ, 2013. 98 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=54094](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=54094)
13. ДСТУ–Н Б В.2.6-203:2015. Настанова з виконання робіт при виготовленні та монтажу будівельних конструкцій. [Чинний від 2016–04–01]. К. : Мінрегіон України, 2015. 62 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=63372](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=63372)
14. ДСТУ 9243.4:2023. Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги до проектної документації. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2024. 59 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=103963](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=103963)
15. ДСТУ 3008-2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 31 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=64463](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=64463)
16. НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=60541](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=60541)
17. Інноваційні технології каркасного будівництва : навч. посібник / Г.М. Тонкачєєв, О.С. Молодід, В.Г. Тонкачєєв, О.Г. Шандра : Під ред. проф. Г.М. Тонкачєєва. К.: Видавництво Ліра-К. 2024. 316 с.

18. Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання.  
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0244-18#Text>
19. Теліченко О.І., Нагорний М.В. Зведення і монтаж будівель та споруд : навч. пос. Суми : Видавництво СНАУ, 2020. 197 с.
20. Технологія монтажу будівельних конструкцій : навч. пос. / В. К. Черненко, О. Ф. Осипов, Г. М. Тонкачєєв та ін.; За ред. В. К. Черненка. Вид. 1-ше і 2-ге. видання К.: Горобець, 2011. 372 с.: іл
21. М. Н. Джалалов, С. М. Братішко Оптимізація організаційних параметрів будівельного виробництва / Харків: Друкарня «Мадрид», 2026. – 152 с. ISBN 978-617-8254-43-8