

Міністерство освіти і науки України
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Інститут архітектури та будівництва «ІФНТУНГ-ДонНАБА»
Кафедра будівництва

Чігур Олег Васильович

(прізвище, ім'я, по батькові виконавця роботи)

УДК 624.01
(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА Р О Б О Т А

Вантажний термінал міжнародного аеропорту в м. Ужгород

(назва роботи)

Освітньо-професійна

(назва освітньої програми)

192 - "Будівництво та цивільна інженерія"

(шифр і назва спеціальності)

О.В. Чігур

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник

Артьомов В.Є. к.т.н.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

Зав.каф.

(посада)

прізвище)

(підпис)

Андрій АНДРУСЯК

(дата)

(ініціали

та

Робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут архітектури та будівництва «ІФНТУНГ-ДонНАБА»

Кафедра будівництва

Спеціальність 192 - “Будівництво та цивільна інженерія”

Освітньо-професійна програма Будівництво та цивільна інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувача кафедри

/ Андрусак А.В. /
« » 20 р.

**ЗАВДАННЯ
НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ**

Студентові Чігуру Олегу Васильовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Вантажний термінал міжнародного аеропорту в м. Ужгород

затверджена наказом ректора університету від « » березня 2026 р. №

2. Термін здачі студентом закінченої роботи «15» червня 2026р.

3. Вихідні дані до роботи місце будівництва: м. Ужгород, запроектовано дитячий садок, загальною площею забудови.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що належить розробити) не більше 120 сторінок вступ, архітектурно-будівельний розділ, розрахунково-конструкторський розділ, технологічно-організаційний розділ, розділ охорона праці та охорони навколишнього середовища, розділ економіка будівництва, висновки, бібліографічний список

5. Перелік графічного матеріалу 7-25 листів А3-А1 ескіз намірів, фасади, розрізи,

6. Консультанти з роботи (за необхідністю)

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Архітектурно-будівельний	Артим В.І.		
	.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер і назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання етапів	Примітка
Вступ, огляд місцевості будівництва	березень 2026	виконано
1.Архітектурно-будівельний розділ	березень 2026	виконано
2. Розрахунково-конструкторський розділ	квітень 2026	виконано
3.Технологічно-організаційний розділ	квітень 2026	виконано
4. Охорона праці	травень 2026	виконано
5. Економіка будівництва	травень 2026	виконано
6. Висновки, зміст	червень 2026	виконано
7. Бібліографічний список	червень 2026	виконано

Студент_____

(підпис)

(розшифровка підпису)

Керівник роботи_____

(підпис)

(розшифровка підпису)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до бакалаврської кваліфікаційної роботи на тему «Вантажний термінал міжнародного аеропорту в м. Ужгород»: 80 с., 14 рис., 15 табл., 24 джерела, графічна частина — 8 аркушів формату А1.

Об'єктом проектування є будівля вантажного терміналу міжнародного аеропорту в м. Ужгород — громадська будівля транспортного призначення з монолітним залізобетонним каркасом та сталевим великопрогінним покриттям.

Метою роботи є розроблення проекту будівлі вантажного терміналу з обґрунтуванням архітектурно-планувальних, конструктивних, організаційно-технологічних та кошторисних рішень, а також заходів з охорони праці та навколишнього середовища.

У роботі наведено архітектурно-будівельні рішення будівлі; виконано розрахунок основних несучих конструкцій (монолітної плити перекриття, балок, ригелів, колон, сталеві ферми покриття прольотом 30 м та окремого стовпчастого фундаменту); розроблено організаційно-технологічні рішення зведення будівлі (обсяги робіт, методи виконання, підбір машин, календарне планування, будівельний план); складено локальний кошторис та зведений кошторисний розрахунок вартості будівництва; розроблено заходи з охорони праці та охорони навколишнього середовища з відповідними інженерними розрахунками.

Результати роботи можуть бути використані як основа для подальшого проектування об'єкта.

Ключові слова: ВАНТАЖНИЙ ТЕРМІНАЛ, АЕРОПОРТ, МОНОЛІТНИЙ ЗАЛІЗОБЕТОННИЙ КАРКАС, СТАЛЕВА ФЕРМА, ФУНДАМЕНТ, ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА, КОШТОРИС, ОХОРОНА ПРАЦІ.

ABSTRACT

Explanatory note to the bachelor's qualification work on the topic "Cargo Terminal of the International Airport in Uzhhorod": 80 pages, 14 figures, 15 tables, 24 references, graphic part — 8 sheets of A1 format.

The object of design is the building of the cargo terminal of the international airport in Uzhhorod — a public transport-purpose building with a monolithic reinforced concrete frame and a steel long-span roof.

The aim of the work is to develop the design of the cargo terminal building with substantiation of architectural and planning, structural, organizational and technological, and cost-estimating solutions, as well as occupational safety and environmental protection measures.

The work presents the architectural and construction solutions of the building; the analysis and design of the main load-bearing structures were performed (a monolithic floor slab, beams, a girder, a column, a 30 m span steel roof truss, and an isolated footing); organizational and technological solutions for the erection of the building were developed (scope of works, work methods, selection of machinery, scheduling, construction master plan); a local estimate and a consolidated estimate of the construction cost were compiled; and occupational safety and environmental protection measures with the corresponding engineering calculations were developed.

The results of the work can be used as a basis for further design of the object.

Keywords: CARGO TERMINAL, AIRPORT, MONOLITHIC REINFORCED CONCRETE FRAME, STEEL TRUSS, FOUNDATION, CONSTRUCTION MANAGEMENT, COST ESTIMATE, OCCUPATIONAL SAFETY.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ	10
1.1. Загальна характеристика об'єкта проєктування.....	10
1.2. Характеристика району та майданчика будівництва.....	11
1.3. Генеральний план	12
1.4. Об'ємно-планувальне рішення.....	12
1.5. Архітектурно-композиційне рішення.....	13
1.6. Конструктивне рішення будівлі	14
1.7. Зовнішнє та внутрішнє оздоблення	18
1.8. Інженерне забезпечення будівлі.....	18
1.9. Заходи з протипожежного захисту	19
1.10. Заходи з енергоефективності.....	19
1.11. Заходи щодо доступності будівлі для маломобільних груп населення	19
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	21
2.1. Загальні відомості та вихідні дані.....	21
2.2. Збір навантажень	21
2.3. Розрахунок монолітної плити перекриття	24
2.4. Розрахунок другорядної балки.....	25
2.5. Розрахунок головного ригеля.....	26
2.6. Розрахунок колони каркаса	27
2.7. Розрахунок сталевий ферми покриття.....	29
2.8. Розрахунок монолітного сходового маршу	31
2.9. Розрахунок окремого фундаменту під колону	32
2.10. Перевірка елементів за другою групою граничних станів	34
2.11. Висновки до розділу.....	35
РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА.....	36
3.1. Загальні відомості та вихідні дані.....	36
3.2. Визначення обсягів будівельно-монтажних робіт	37
3.3. Вибір методів виконання основних видів робіт	37
3.4. Вибір основних будівельних машин і механізмів	39
3.5. Калькуляція трудових витрат	41
3.6. Календарне планування будівництва	42
3.7. Проєктування будівельного генерального плану.....	44
3.8. Технологічна карта на бетонування монолітного перекриття	47
3.9. Контроль якості будівельно-монтажних робіт	48
3.10. Заходи з охорони праці та техніки безпеки	49
3.11. Техніко-економічні показники розділу	50
3.12. Висновки до розділу.....	50
РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА	52
4.1. Загальні відомості та нормативна база	52
4.2. Локальний кошторис	53
4.3. Об'єктний кошторис	54
4.4. Зведений кошторисний розрахунок вартості будівництва.....	55
4.5. Техніко-економічні показники кошторисної вартості.....	56
4.6. Висновки до розділу.....	57
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	58
5.1. Загальні положення та нормативна база з охорони праці	58
5.2. Організація управління охороною праці. Навчання та інструктажі.....	58
5.3. Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів	59
5.4. Заходи безпеки під час земляних робіт	61
5.5. Заходи безпеки під час бетонних та арматурних робіт	61

5.6. Заходи безпеки під час монтажних і вантажопідіймальних робіт.....	62
5.7. Безпека робіт на висоті	63
5.8. Мікrokлімат і вентиляція виробничих приміщень	64
5.9. Виробниче освітлення приміщень терміналу	65
5.10. Електробезпека на будівельному майданчику	66
5.11. Розрахунок захисного заземлення	67
5.12. Розрахунок освітлення будівельного майданчика	68
5.13. Блискавкозахист будівлі	68
5.14. Пожежна безпека. Розрахунок первинних засобів пожежогасіння	69
5.15. Засоби індивідуального захисту та санітарно-побутове забезпечення	70
5.16. Дії у надзвичайних ситуаціях. Евакуація	71
5.17. Охорона навколишнього середовища. Загальні положення	72
5.18. Заходи з охорони атмосферного повітря, водних ресурсів та ґрунтів	73
5.19. Поводження з відходами та захист від шуму	74
5.20. Висновки до розділу	75
Література.....	77

ВСТУП

Повітряний транспорт є однією з найважливіших складових сучасної транспортної системи держави, що забезпечує швидке переміщення пасажирів і вантажів на значні відстані та інтеграцію країни у світову економіку. Розвиток авіаційної інфраструктури, насамперед будівництво та реконструкція аеропортових терміналів, безпосередньо впливає на мобільність населення, інвестиційну привабливість регіонів, розвиток туризму та зовнішньоекономічних зв'язків.

Місто Ужгород має унікальне географічне положення: воно розташоване на крайньому заході України, у Закарпатській низовині, безпосередньо біля кордонів з державами Європейського Союзу — Словаччиною та Угорщиною. Таке розташування робить Ужгород природними «західними воротами» України та визначає стратегічну роль місцевого аеропорту як транспортно-логістичного вузла, орієнтованого на міжнародні перевезення, у тому числі вантажні. Модернізація аеропортового комплексу та створення сучасного терміналу здатні суттєво посилити транзитний і логістичний потенціал Закарпаття, забезпечити обробку міжнародних вантажопотоків і покращити пасажирське сполучення регіону з країнами Європи.

Сучасний термінал міжнародного аеропорту — це складна багатофункціональна будівля, яка повинна одночасно задовольняти низку вимог: забезпечувати високу пропускну спроможність і чітке розмежування технологічних потоків (пасажирів, багажу, вантажу, персоналу), відповідати жорстким нормам безпеки та протипожежного захисту, бути доступною для маломобільних груп населення, енергоефективною й водночас архітектурно виразною — такою, що формує позитивний образ міста та держави. Поєднання цих вимог зумовлює застосування великопрогінних несучих конструкцій, світлопрозорих огорожень і раціональних об'ємно-планувальних рішень.

Об'єктом проєктування у цій кваліфікаційній роботі є будівля вантажного терміналу міжнародного аеропорту в м. Ужгород. Предметом проєктування є

архітектурно-планувальні та конструктивні рішення будівлі, що забезпечують виконання технологічних, експлуатаційних, безпекових та естетичних вимог.

Метою роботи є розроблення архітектурно-будівельного та конструктивного рішення будівлі вантажного терміналу міжнародного аеропорту з обґрунтуванням прийнятих проєктних рішень відповідно до чинних будівельних норм України.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішуються такі основні завдання:

- проаналізувати природно-кліматичні та інженерно-геологічні умови майданчика будівництва;
- розробити генеральний план ділянки з урахуванням технологічної схеми роботи терміналу;
- обґрунтувати об’ємно-планувальне та функціональне рішення будівлі;
- прийняти конструктивну схему будівлі та розробити рішення основних несучих і огорожувальних конструкцій;
- передбачити заходи з протипожежного захисту, енергозбереження та доступності будівлі для маломобільних груп населення;
- виконати необхідні розрахунки несучих конструкцій та техніко-економічне оцінювання прийнятих рішень.

Практичне значення роботи полягає в тому, що запропоновані архітектурно-конструктивні рішення можуть бути використані як основа для подальшого детального проєктування об’єктів аеропортової інфраструктури, що мають подібні функціональне призначення та містобудівні умови.

РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Загальна характеристика об'єкта проєктування

Об'єктом проєктування є будівля вантажного терміналу міжнародного аеропорту в м. Ужгород. За функціональним призначенням будівля належить до громадських будинків транспортного призначення, проєктування яких регламентується ДБН В.2.2-9:2018 «Громадські будинки та споруди. Основні положення». Будівля є відокремленою (вільностоячою) спорудою, розташованою на території аеропортового комплексу між привокзальною (наземною) зоною з боку міста та зоною перону (льотного поля) з боку аеродрому.

Будівля має витягнуту в плані, симетричну відносно поздовжньої осі об'ємно-просторову композицію. Композиційним і функціональним ядром споруди є центральний операційний зал (головний хол), вирішений як світловий простір збільшеної висоти та перекритий великопрогінними сталевими арковими фермами. До центрального об'єму симетрично примикають бічні крила, у яких розміщуються службові, технологічні та допоміжні приміщення.

Основні характеристики будівлі:

- кількість надземних поверхів — три (рівні на відмітках ± 0.000 , $+4.78$ та $+9.56$);
- висота поверху — 4,78 м (висота центрального залу — у межах двох рівнів);
- конструктивна схема — каркасна, з повним каркасом по регулярній сітці колон;
- несуча конструкція покриття центрального залу — сталеві аркові ферми криволінійного обрису;
- ступінь вогнестійкості будівлі — II; клас наслідків (відповідальності) — СС2 згідно з ДБН В.1.2-14:2018;

- зовнішні огороження — переважно світлопрозорі (вітражні) системи у поєднанні з утепленими непрозорими ділянками.

Точні габаритні розміри будівлі в осях, крок колон і розміри прольотів приймаються згідно з графічною частиною кваліфікаційної роботи (плани, фасади, розрізи) та уточнюються за робочими кресленнями.

1.2. Характеристика району та майданчика будівництва

Майданчик будівництва розташований у м. Ужгород Закарпатської області, у межах Закарпатської низовини. Клімат району помірно континентальний, м'який — найтепліший в Україні, що зумовлено впливом відносно теплих і вологих повітряних мас з Атлантичного океану та захищеністю території Карпатами. Зима м'яка, коротка й нестійка, з частими відлигами та нестійким сніговим покривом; літо тепле.

Основні кліматичні характеристики району будівництва (за даними багаторічних спостережень):

- середня температура найхолоднішого місяця (січня) — близько мінус 3 °С;
- середня температура найтеплішого місяця (липня) — близько плюс 20 °С;
- середньорічна температура повітря — близько плюс 9 °С;
- переважні напрямки вітру та середня швидкість вітру — помірні (середньорічна швидкість вітру 1,2...2,4 м/с);
- розрахункова глибина сезонного промерзання ґрунту — незначна (характерна для м'якого клімату Закарпаття).

Згідно з картами територіального районування ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» для майданчика будівництва приймаються характеристичні значення снігового та вітрового навантажень відповідно до району розташування; розрахункова сейсмічність майданчика визначається за ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво в сейсмічних районах України». Конкретні числові значення кліматичних навантажень та сейсмічності уточнюються в

розрахунковому розділі роботи за результатами визначення району за картами норм.

Інженерно-геологічні умови майданчика приймаються за матеріалами інженерно-геологічних вишукувань; для проєктування основ і фундаментів використовуються нормативні та розрахункові характеристики ґрунтів основи відповідно до ДБН В.2.1-10:2018 «Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення».

1.3. Генеральний план

Генеральний план ділянки розроблено з урахуванням технологічної схеми роботи терміналу та вимог ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій». Будівля терміналу орієнтована поздовжньою віссю вздовж лінії «місто — перон», що забезпечує чітке функціональне зонування території та розмежування потоків.

З південного (привокзального) боку будівлі організовано наземну зону, орієнтовану на місто: під'їзні шляхи, майданчики для висадки та посадки пасажирів, автостоянки для легкового та громадського транспорту, пішохідні підходи й майданчики перед головним входом. З північного боку розміщується зона перону (льотного поля) зі стоянками повітряних суден, місцями обслуговування літаків та під'їздами для спеціальної аеродромної техніки.

Транспортні та пішохідні потоки на території розведено, передбачено безперешкодні підходи й під'їзди до головних входів, у тому числі для маломобільних груп населення та спеціального транспорту (пожежного, медичного, обслуговуючого). Вертикальне планування території забезпечує відведення поверхневих вод від будівлі. Вільні від забудови та твердого покриття ділянки передбачено озеленити.

1.4. Об'ємно-планувальне рішення

Об'ємно-планувальне рішення будівлі підпорядковане функціональній і технологічній схемі терміналу та принципу симетрії відносно поздовжньої осі.

Будівля складається з центрального високого об'єму — головного операційного залу — та двох бічних крил, що симетрично примикають до нього.

Головний зал (хол) є основним розподільним простором будівлі. Він вирішений як єдиний світловий об'єм збільшеної висоти, перекритий криволінійними сталевими фермами, та забезпечує візуальну орієнтацію відвідувачів і зручний розподіл потоків між зонами обслуговування. Вертикальний зв'язок між рівнями ± 0.000 , $+4.78$ та $+9.56$ забезпечують симетрично розташовані сходово-ліфтові вузли, а в межах головного залу — ескалатори, що пов'язують основні рівні обслуговування.

Рівень на відмітці ± 0.000 призначений для організації основних вхідних та операційних зон, прийому й обробки потоків з боку привокзальної площі та з боку перону. На відмітках $+4.78$ та $+9.56$ розміщуються службові, адміністративні, технологічні й допоміжні приміщення, а також антресольні та галерейні простори, що виходять у головний зал. Таке вертикальне зонування дає змогу раціонально розмежувати «чисті» (загальнодоступні) та технологічні (службові) зони будівлі.

Прийняте об'ємно-планувальне рішення забезпечує: функціональне розмежування й непересічність основних технологічних потоків; гнучкість планування за рахунок каркасної конструктивної схеми з регулярною сіткою колон; природне освітлення основних просторів завдяки розвиненим світлопрозорим огороженням; архітектурну виразність будівлі, образ якої формує характерний криволінійний (хвилеподібний) силует покриття.

1.5. Архітектурно-композиційне рішення

Архітектурний образ будівлі формується великою криволінійною покрівлею, що має хвилеподібний силует і динамічно «розкривається» над центральним залом. Над центральною частиною покриття піднімаються два акцентовані об'єми з характерним складчастим завершенням, які підкреслюють симетрію композиції та слугують візуальними домінантами споруди. Плавні

криволінійні обриси покриття асоціюються з рухом і польотом, що відповідає функціональному призначенню будівлі.

Фасади будівлі вирішено переважно у світлопрозорих конструкціях. Поздовжні фасади — північний (з боку перону, зони посадки літаків) та південний (з боку привокзальної площі, зони висадки/посадки пасажирів) — розчленовані регулярним ритмом вертикальних елементів вітражного скління, що надає будівлі легкості та забезпечує природне освітлення внутрішніх просторів. Непрозорі ділянки фасадів, цоколь та об'єми бічних крил вирішено в спокійних нейтральних тонах, що контрастують зі світлопрозорими площинами та підкреслюють пластику покриття.

Колірне та матеріальне вирішення фасадів витримане в єдиній стилістиці: поєднання прозорого скління в алюмінієвих профілях, металевих елементів покриття та облицювання неprozорих ділянок створює сучасний, технологічний образ будівлі, характерний для об'єктів авіаційної інфраструктури.

1.6. Конструктивне рішення будівлі

1.6.1. Конструктивна схема

Конструктивна схема будівлі — каркасна, з повним каркасом, що сприймає всі вертикальні та горизонтальні навантаження. Каркас утворено регулярною сіткою колон, об'єднаних ригелями (балками) та дисками перекриттів. Просторову жорсткість і геометричну незмінюваність будівлі забезпечують спільна робота колон, ригелів і жорстких горизонтальних дисків перекриттів, а також вертикальні елементи жорсткості (ядра жорсткості сходово-ліфтових вузлів). Покриття великопрогінного центрального залу вирішене у сталевих конструкціях (аркові ферми), що спираються на каркас будівлі.

Живучість будівлі забезпечується конструктивною схемою, що гарантує просторову жорсткість; резервуванням несучої здатності головних несучих елементів за рахунок коефіцієнтів надійності за навантаженням; застосуванням

несучих конструкцій із нормованою межею вогнестійкості; виконанням антикорозійного захисту та вогнезахисту металевих елементів.

1.6.2. Фундаменти

Під колони каркаса прийнято окремі (стовпчасті) монолітні залізобетонні фундаменти ступінчастого типу — фундаменти стаканного або безстаканного типу залежно від типу спряження з колоною. Розташування фундаментів відповідає сітці колон, що показано на плані фундаментів. Під сходово-ліфтовими вузлами та в зонах концентрації навантажень за потреби влаштовуються стрічкові або плитні ділянки фундаментів.

Глибина закладання фундаментів призначається з урахуванням інженерно-геологічних умов майданчика, розрахункової глибини промерзання ґрунту (незначної для умов Закарпаття) та конструктивних вимог. Під подошвою фундаментів влаштовується підготовка з бетону по ущільненій основі. Тип, розміри та армування фундаментів уточнюються розрахунком основ і фундаментів за ДБН В.2.1-10:2018, а конструкції з бетону та залізобетону — за ДБН В.2.6-98:2009.

1.6.3. Колони та каркас

Колони каркаса прийнято монолітними залізобетонними, прямокутного перерізу, розташованими за регулярною сіткою. Ригелі (балки) каркаса — монолітні залізобетонні, об'єднані з колонами в рамні вузли, що забезпечують сприйняття горизонтальних навантажень. Бетон і робоча арматура несучих елементів приймаються за результатами розрахунку відповідно до ДБН В.2.6-98:2009 «Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення». Сталеві елементи покриття проєктуються згідно з ДБН В.2.6-198:2014 «Сталеві конструкції. Норми проєктування».

1.6.4. Перекриття

Міжповерхові перекриття на відмітках +4.78 та +9.56 прийнято монолітними залізобетонними (балкового або безбалкового типу), що утворюють жорсткі горизонтальні диски та забезпечують спільну роботу елементів каркаса. Перекриття сприймають корисні (експлуатаційні)

навантаження, навантаження від перегородок та власну вагу конструкцій. Корисні навантаження на перекриття приймаються за ДБН В.1.2-2:2006 залежно від призначення приміщень.

1.6.5. Несуча конструкція покриття центрального залу

Покриття великопрогінного центрального залу вирішене у вигляді сталевих аркових (криволінійних) ферм, що спираються на колони каркаса та формують характерний хвилеподібний силует будівлі. По верхніх поясах ферм укладаються прогони, по яких влаштовується настил покрівлі. Сталеві конструкції покриття забезпечують перекриття великого прольоту без проміжних опор, що дає змогу організувати вільний єдиний простір головного залу. Просторова жорсткість покриття забезпечується системою зв'язків між фермами. Перерізи елементів ферм, прогонів і зв'язків, а також конструкції вузлів приймаються за результатами розрахунку згідно з ДБН В.2.6-198:2014.

1.6.6. Стіни та перегородки

Зовнішні огорожувальні конструкції не є несучими та поділяються на світлопрозорі (вітражні) й непрозорі утеплені ділянки. Непрозорі зовнішні стіни вирішено як багатошарові утеплені конструкції (наприклад, із застосуванням ефективного утеплювача та облицювання), що відповідають теплотехнічним вимогам. Внутрішні перегородки прийнято з гіпсокартонних систем по металевому каркасу, а в приміщеннях з підвищеними вимогами — з мурування або інших матеріалів відповідно до призначення приміщень.

1.6.7. Світлопрозорі огорожувальні конструкції (вітражі)

Світлопрозорі фасадні огороження вирішено у вигляді стосєчно-ригельних алюмінієвих вітражних систем із заповненням енергоефективними склопакетами. Вітражні конструкції сприймають власну вагу та вітрове навантаження й передають їх на елементи каркаса. Застосування розвинених світлопрозорих площин забезпечує природне освітлення внутрішніх просторів терміналу та формує сучасний архітектурний образ будівлі. Конструкції вітражів повинні відповідати вимогам з теплоізоляції, повітропроникності та безпеки скління.

1.6.8. Сходи, ескалатори та ліфти

Вертикальні комунікації будівлі організовано симетрично розташованими сходово-ліфтовими вузлами. Сходи прийнято монолітними залізобетонними, розміщеними у сходових клітках, що відповідають вимогам евакуації. Для забезпечення зручного переміщення відвідувачів між основними рівнями обслуговування в головному залі передбачено ескалатори. Для вертикального транспортування пасажирів, у тому числі маломобільних груп населення, та для службових потреб передбачено ліфти. Кількість, розміри та розташування сходів, ескалаторів і ліфтів приймаються з урахуванням розрахункової пропускної спроможності та вимог евакуації за ДБН В.1.1-7:2016.

1.6.9. Покрівля

Покрівля будівлі — комбінована. Над центральним криволінійним об'ємом влаштовується металева покрівля (фальцеве покриття) по прогонах сталевих ферм з улаштуванням відповідного покрівельного «пирога» — пароізоляції, ефективного утеплювача та гідроізоляційного шару. Над бічними крилами влаштовуються плоскі покрівлі з організованим (внутрішнім) водовідведенням і парапетами. Конструкція покрівлі забезпечує необхідні теплоізоляційні властивості, водонепроникність та відведення атмосферних опадів.

1.6.10. Вікна та двері

Заповнення віконних прорізів і вітражних площин виконується в алюмінієвих профілях з енергоефективними склопакетами. Вхідні групи головних входів обладнуються автоматичними розсувними дверима, що забезпечують зручність і безперешкодність проходу великих потоків відвідувачів, у тому числі маломобільних груп населення. Внутрішні двері приймаються відповідно до призначення приміщень та вимог пожежної безпеки (у тому числі протипожежні двері на шляхах евакуації).

1.6.11. Підлоги

Конструкції підлог приймаються відповідно до функціонального призначення приміщень та інтенсивності експлуатації. У громадських зонах і

зонах інтенсивного руху відвідувачів передбачаються зносостійкі покриття (керамограніт); у технічних і допоміжних приміщеннях — промислові (наливні) або інші покриття з відповідними експлуатаційними характеристиками. Підлоги на шляхах руху повинні мати неслизькі покриття та відповідати вимогам безпеки й доступності.

1.7. Зовнішнє та внутрішнє оздоблення

Зовнішнє оздоблення будівлі визначається матеріалами фасадних систем: світлопрозорими вітражами в алюмінієвих профілях, металевими елементами покриття та облицюванням непрозорих ділянок фасадів і цоколя сучасними довговічними матеріалами. Колірне рішення фасадів витримане в єдиній стриманій гамі, що підкреслює пластику покриття.

Внутрішнє оздоблення приміщень приймається з урахуванням їх функціонального призначення, інтенсивності експлуатації та санітарно-гігієнічних вимог. Для оздоблення застосовуються довговічні, негорючі або важкогорючі матеріали з відповідними показниками пожежної безпеки, особливо на шляхах евакуації та в приміщеннях з масовим перебуванням людей.

1.8. Інженерне забезпечення будівлі

Будівля терміналу обладнується повним комплексом інженерних систем, що забезпечують її нормальну експлуатацію та комфортні умови перебування відвідувачів і персоналу: системами опалення, вентиляції та кондиціонування повітря; господарсько-питним і протипожежним водопостачанням; побутовою та дощовою каналізацією; електропостачанням, штучним освітленням і системою блискавкозахисту; слабкострумовими системами (зв'язок, оповіщення, відеоспостереження тощо).

З огляду на значні внутрішні об'єми та розвинене світлопрозоре огороження особлива увага приділяється системам вентиляції та кондиціонування центрального залу, а також заходам із забезпечення

необхідного мікроклімату й енергоефективності. Детальне опрацювання інженерних систем виконується у відповідних спеціальних розділах проєкту.

1.9. Заходи з протипожежного захисту

Протипожежні заходи передбачаються відповідно до ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги». Будівля прийнята II ступеня вогнестійкості. Несучі та огорожувальні конструкції мають нормовані межі вогнестійкості; металеві елементи покриття отримують вогнезахист, що забезпечує необхідну межу вогнестійкості.

Об'ємно-планувальним рішенням передбачено необхідну кількість евакуаційних виходів, розрахункові ширину та протяжність шляхів евакуації з урахуванням розрахункової кількості людей у будівлі. Сходові клітки, евакуаційні виходи та шляхи евакуації відповідають нормативним вимогам. Передбачаються системи протипожежного захисту (виявлення пожежі, оповіщення та керування евакуацією, протипожежне водопостачання), а також застосування негорючих і важкогорючих оздоблювальних матеріалів на шляхах евакуації.

1.10. Заходи з енергоефективності

Заходи з енергозбереження та теплової ізоляції будівлі передбачаються відповідно до ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель». Огорожувальні конструкції (непрозорі стіни, покриття, світлопрозорі огороження) проєктуються з урахуванням нормативних вимог до опору теплопередачі для відповідної температурної зони експлуатації.

Непрозорі зовнішні стіни та покриття виконуються багатошаровими з ефективним утеплювачем; світлопрозорі огороження — з енергоефективними склопакетами. Перевірка прийнятих конструкцій огорожень на відповідність нормативним вимогам з опору теплопередачі виконується теплотехнічним розрахунком у відповідному розділі роботи.

1.11. Заходи щодо доступності будівлі для маломобільних груп населення

Будівля проєктується з урахуванням вимог щодо безперешкодного доступу та інклюзивності відповідно до ДБН В.2.2-40:2018 «Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення». Передбачаються безперешкодні підходи й під'їзди до головних входів, влаштування пандусів та безпорогових входів, доступні для маломобільних груп населення ліфти, а також доступні санітарні приміщення.

Параметри шляхів руху, дверних прорізів, підйомних пристроїв та елементів обладнання приймаються з урахуванням потреб маломобільних груп населення, що забезпечує рівні умови користування будівлею терміналу для всіх категорій відвідувачів.

РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

2.1. Загальні відомості та вихідні дані

У цьому розділі наведено розрахунок основних несучих залізобетонних конструкцій будівлі терміналу: елементів монолітного ребристого перекриття (плити та другорядної балки), колони каркаса та окремого фундаменту під колону. Розрахунки виконано за методом граничних станів відповідно до ДБН В.2.6-98:2009 «Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення». Навантаження визначено згідно з ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи».

Несучий каркас будівлі — монолітний залізобетонний з регулярною сіткою колон $6,0 \times 6,0$ м. Перекриття вирішено як монолітне ребристе: головні балки (ригелі) розташовані вздовж колон з кроком $6,0$ м, другорядні балки спираються на ригелі та поділяють чарунку на прольоти; крок другорядних балок прийнято $2,0$ м. Плита перекриття працює як нерозрізна по другорядних балках.

Матеріали конструкцій:

- бетон класу C20/25: розрахунковий опір стиску $R_b = 11,5$ МПа; розрахунковий опір розтягу $R_{bt} = 0,90$ МПа; початковий модуль пружності $E_b = 27,0 \cdot 10^3$ МПа;
- робоча поздовжня арматура класу A400C: розрахунковий опір $R_s = 375$ МПа; модуль пружності $E_s = 200 \cdot 10^3$ МПа;
- поперечна арматура (хомути) класу A240C: розрахунковий опір $R_{sw} = 170$ МПа.

2.2. Збір навантажень

Постійні навантаження на перекриття складаються з власної ваги конструкції підлоги та монолітної залізобетонної плити. Збір постійних навантажень на 1 м^2 перекриття наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 — Постійні навантаження на 1 м² перекриття

Складова навантаження	g _k , кН/м ²	γ _f	g _d , кН/м ²
Керамограніт, δ = 20 мм, ρ = 24 кН/м ³	0,48	1,30	0,62
Цементно-піщана стяжка, δ = 40 мм, ρ = 18 кН/м ³	0,72	1,30	0,94
Тепло- та звукоізоляційний шар, δ = 30 мм	0,05	1,30	0,07
Монолітна з/б плита, δ = 80 мм, ρ = 25 кН/м ³	2,00	1,10	2,20
Разом постійне	3,25	—	3,83

Тимчасове (експлуатаційне) навантаження на перекриття приміщень з масовим перебуванням людей приймаємо $q_k = 4,0$ кН/м² з коефіцієнтом надійності за навантаженням $\gamma_f = 1,2$:

$$q_d = q_k \cdot \gamma_f = 4,0 \cdot 1,2 = 4,80 \text{ кН/м}^2.$$

Сумарне розрахункове навантаження на 1 м² перекриття:

$$q = g_d + q_d = 3,83 + 4,80 = 8,63 \text{ кН/м}^2.$$

Збір навантажень на покриття наведено в таблиці 2.2. Покриття центрального залу — легке (фальцеве металеве по сталевих фермах).

Таблиця 2.2 — Навантаження на 1 м² покриття

Складова навантаження	g _k , кН/м ²	γ _f	g _d , кН/м ²
Фальцеве металеве покриття з обрешіткою	0,15	1,05	0,16
Гідроізоляційний шар	0,10	1,30	0,13
Утеплювач (мінеральна вата), δ = 200 мм	0,30	1,30	0,39
Пароізоляція	0,05	1,30	0,07
Прогони та ферми (зведене)	0,35	1,05	0,36
Разом постійне	0,95	—	1,11

Снігове навантаження визначаємо за ДБН В.1.2-2:2006. Характеристичне значення ваги снігового покриву для району будівництва приймаємо $S_0 = 1,34$ кН/м² (за картою районування). Розрахункове снігове навантаження для покриття (коефіцієнт переходу $\mu = 1,0$, коефіцієнт надійності $\gamma_{fm} = 1,14$):

$$S = \gamma_{fm} \cdot S_0 \cdot \mu = 1,14 \cdot 1,34 \cdot 1,0 = 1,53 \text{ кН/м}^2.$$

Сумарне розрахункове навантаження на покриття:

$$q_p = 1,11 + 1,53 = 2,64 \text{ кН/м}^2.$$

Вітрове навантаження визначаємо за ДБН В.1.2-2:2006. Характеристичне значення вітрового тиску для району будівництва приймаємо $W_0 = 0,37 \text{ кН/м}^2$, коефіцієнт висоти та типу місцевості $Ch = 1,1$, коефіцієнт надійності $\gamma_{fm} = 1,14$. Аеродинамічні коефіцієнти: з навітряного боку $Ca_{er} = +0,8$, із завітряного $Ca_{er} = -0,5$. Розрахунковий вітровий тиск:

$$W_{\text{навітр}} = \gamma_{fm} \cdot W_0 \cdot Ch \cdot Ca_{er} = 1,14 \cdot 0,37 \cdot 1,1 \cdot 0,8 = 0,37 \text{ кН/м}^2;$$

$$W_{\text{завітр}} = 1,14 \cdot 0,37 \cdot 1,1 \cdot 0,5 = 0,23 \text{ кН/м}^2.$$

Сумарний горизонтальний вітровий тиск, що діє на поперечну раму каркаса: $W = 0,50 + 0,31 = 0,81 \text{ кН/м}^2$. Вітрове навантаження враховується при розрахунку каркаса на горизонтальні впливи та при доборі вітражних огорожувальних конструкцій.

Особливості снігового навантаження на криволінійне покриття. З огляду на хвилеподібну форму покриття з двома піднятими об'ємами між ними утворюються знижені ділянки (єндови), у яких можливе накопичення снігу. Відповідно до ДБН В.1.2-2:2006 для таких зон коефіцієнт переходу μ приймається підвищеним (до $\mu = 2,0$). Місцеве снігове навантаження в зоні єндови:

$$S_{\text{єнд}} = \gamma_{fm} \cdot S_0 \cdot \mu = 1,1 \cdot 1,34 \cdot 2,0 = 3,06 \text{ кН/м}^2.$$

Елементи покриття та несучі конструкції в зонах можливого накопичення снігу перевіряються на дію цього збільшеного місцевого навантаження.

Розрахунок конструкцій виконується на основне сполучення навантажень, що включає постійні навантаження та найбільш несприятливі тимчасові (експлуатаційне на перекриття, снігове, вітрове). При врахуванні двох і більше тимчасових навантажень вони вводяться до сполучення з коефіцієнтами сполучення $\psi < 1$, що враховують малу ймовірність одночасної дії всіх навантажень з їх максимальними значеннями. Найбільш навантажені

елементи розраховуються на сполучення, що дає максимальні зусилля у відповідному перерізі.

2.3. Розрахунок монолітної плити перекриття

Плита перекриття товщиною $h_f = 200$ мм працює як нерозрізна багатопрольотна по другорядних балках. Розрахунковий проліт плити (у просвіті між ребрами другорядних балок шириною 200 мм):

$$l_0 = 2,0 - 0,2 = 1,8 \text{ м.}$$

Розрахунок ведемо для смуги плити шириною $b = 1,0$ м. Погонне навантаження на смугу: $q = 8,63$ кН/м. Максимальний згинальний момент у нерозрізній плиті з урахуванням перерозподілу зусиль:

$$M = q \cdot l_0^2 / 11 = 8,63 \cdot 1,8^2 / 11 = 2,54 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Робоча висота перерізу плити (захисний шар і половина діаметра арматури $a = 20$ мм):

$$d = h_f - a = 200 - 20 = 180 \text{ мм.}$$

Відносний момент:

$$\alpha_m = M / (b \cdot d^2 \cdot R_b) = 2,54 \cdot 10^6 / (1000 \cdot 180^2 \cdot 11,5) = 0,061.$$

Відносна висота стиснутої зони та плече внутрішньої пари сил:

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} = 0,063; \quad \zeta = 1 - 0,5\xi = 0,968.$$

Оскільки $\xi = 0,063 < \xi_R \approx 0,55$, стиснута арматура не потрібна. Необхідна площа робочої арматури:

$$A_s = M / (R_s \cdot \zeta \cdot d) = 2,54 / (375 \cdot 0,968 \cdot 180) = 117 \text{ мм}^2.$$

Приймаємо робочу арматуру плити $\varnothing 6$ А400С з кроком 200 мм ($A_s = 141 \text{ мм}^2 > 117 \text{ мм}^2$). Мінімальний відсоток армування $\rho_{\min} = 0,05$ % виконано. Конструктивно у плиті влаштовуємо два сітки робочої та розподільної арматури.

2.4. Розрахунок другорядної балки

Другорядна балка прийнята перерізом $b \times h = 200 \times 400$ мм, нерозрізна, спирається на ригелі з кроком 6,0 м. Розрахунковий проліт (ширина ригеля 300 мм):

$$l_0 = 6,0 - 0,3 = 5,7 \text{ м.}$$

Балка сприймає навантаження з вантажної смуги шириною, що дорівнює кроку балок (2,0 м), а також власну вагу ребра, розташованого нижче плити:

$$g_{\text{реб}} = b \cdot (h - h_f) \cdot \rho \cdot \gamma_f = 0,2 \cdot 0,32 \cdot 25 \cdot 1,1 = 1,76 \text{ кН/м.}$$

Погонне розрахункове навантаження на балку:

$$q = (g_d + q_d) \cdot 2,0 + g_{\text{реб}} = 8,63 \cdot 2,0 + 1,76 = 19,0 \text{ кН/м.}$$

Максимальний прольотний момент нерозрізної балки:

$$M_{\text{пр}} = q \cdot l_0^2 / 11 = 19,0 \cdot 5,7^2 / 11 = 56,1 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

У прольоті балка працює як таврова з полицею у стиснутій зоні. Розрахункову ширину полиці приймаємо $b_f' = 1500$ мм. Перевіряємо положення нейтральної осі — момент, що сприймається повною полицею:

$$M_f = R_b \cdot b_f' \cdot h_f \cdot (d - 0,5h_f) = 11,5 \cdot 1500 \cdot 80 \cdot (365 - 40) = 448,5 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Оскільки $M_f = 448,5 \text{ кН} \cdot \text{м} > M_{\text{пр}} = 56,1 \text{ кН} \cdot \text{м}$, нейтральна вісь проходить у межах полиці, переріз розраховуємо як прямокутний шириною $b_f' = 1500$ мм, робоча висота $d = h - a = 400 - 35 = 365$ мм:

$$\alpha_m = M_{\text{пр}} / (b_f' \cdot d^2 \cdot R_b) = 56,1 \cdot 10^6 / (1500 \cdot 365^2 \cdot 11,5) = 0,024;$$

$$\xi = 0,025; \quad \zeta = 0,988;$$

$$A_s = M_{\text{пр}} / (R_s \cdot \zeta \cdot d) = 56,1 \cdot 10^6 / (375 \cdot 0,988 \cdot 365) = 415 \text{ мм}^2.$$

Приймаємо у прольоті 2Ø18 А400С ($A_s = 509 \text{ мм}^2 > 415 \text{ мм}^2$).

Над опорою балка працює як прямокутна шириною $b = 200$ мм (полиця у розтягнутій зоні). Опорний момент:

$$M_{\text{оп}} = q \cdot l_0^2 / 14 = 19,0 \cdot 5,7^2 / 14 = 44,1 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$\alpha_m = 44,1 \cdot 10^6 / (200 \cdot 365^2 \cdot 11,5) = 0,144; \quad \xi = 0,156; \quad \zeta = 0,922;$$

$$A_s = 44,1 \cdot 10^6 / (375 \cdot 0,922 \cdot 365) = 349 \text{ мм}^2.$$

Приймаємо над опорою 2Ø16 A400C ($A_s = 402 \text{ мм}^2 > 349 \text{ мм}^2$).

Розрахунок на дію поперечної сили. Максимальна поперечна сила на опорі нерозрізної балки:

$$Q = 0,6 \cdot q \cdot l_0 = 0,6 \cdot 19,0 \cdot 5,7 = 65,0 \text{ кН}.$$

Поперечне армування приймаємо у вигляді двозрізних хомутів Ø8 A240C ($A_{sw} = 2 \cdot 50,3 = 100,6 \text{ мм}^2$). Перевіряємо необхідність розрахункового поперечного армування — порівнюємо з мінімальною зсувною міцністю бетону:

$$Q_{b,min} = 0,5 \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0 = 0,5 \cdot 0,90 \cdot 200 \cdot 365 = 32,9 \text{ кН} < Q = 65,0 \text{ кН},$$

отже, поперечна арматура потрібна за розрахунком. Приймаємо крок хомутів у приопорних ділянках $s = 150 \text{ мм}$. Питоме зусилля у хомутах:

$$q_{sw} = R_{sw} \cdot A_{sw} / s = 170 \cdot 100,6 / 150 = 114 \text{ Н/мм}.$$

Несуча здатність похилого перерізу за поперечною силою ($M_b = 1,5 \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2$):

$$M_b = 1,5 \cdot 0,90 \cdot 200 \cdot 365^2 = 35,97 \cdot 10^6 \text{ Н} \cdot \text{мм};$$

$$Q_{gr} = 2 \cdot \sqrt{(M_b \cdot q_{sw})} = 2 \cdot \sqrt{(35,97 \cdot 10^6 \cdot 114)} = 128 \text{ кН} > Q = 65 \text{ кН}.$$

Перевірка міцності бетону по похилій смугі між тріщинами:

$$Q = 65 \text{ кН} \leq 0,3 \cdot R_b \cdot b \cdot h_0 = 0,3 \cdot 11,5 \cdot 200 \cdot 365 = 252 \text{ кН}.$$

Усі умови виконуються. У середині прольоту крок хомутів збільшуємо до $s = 300 \text{ мм}$ відповідно до конструктивних вимог.

2.5. Розрахунок головного ригеля

Головна балка (ригель) перерізом $b \times h = 300 \times 600 \text{ мм}$ є нерозрізною, спирається на колони з кроком 6,0 м та сприймає навантаження від перекриття з вантажної смуги шириною, що дорівнює кроку ригелів (6,0 м), а також реакції другорядних балок. Для визначення зусиль навантаження зведено до еквівалентного рівномірно розподіленого.

Погонне навантаження на ригель: навантаження від перекриття, зведена вага ребер другорядних балок та власна вага ребра ригеля нижче плити:

$$w = (g_d + q_d) \cdot 6,0 + g_{\text{реб.др}} + g_{\text{реб.риг}} = 8,63 \cdot 6,0 + 5,28 + 4,29 = 61,4 \text{ кН/м.}$$

Розрахунковий проліт ригеля (ширина колони 400 мм):

$$l_0 = 6,0 - 0,4 = 5,6 \text{ м.}$$

Прольотний та опорний згинальні моменти нерозрізного ригеля:

$$M_{\text{пр}} = w \cdot l_0^2 / 11 = 61,4 \cdot 5,6^2 / 11 = 175,0 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{\text{оп}} = w \cdot l_0^2 / 14 = 61,4 \cdot 5,6^2 / 14 = 137,5 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

У прольоті ригель працює як таврова балка ($b_f' = 1500 \text{ мм}$, $h_f = 80 \text{ мм}$, $d = h - a = 600 - 40 = 560 \text{ мм}$). Момент, що сприймається полицею:

$$M_f = R_b \cdot b_f' \cdot h_f \cdot (d - 0,5 h_f) = 11,5 \cdot 1500 \cdot 80 \cdot 520 = 717,6 \text{ кН} \cdot \text{м} > M_{\text{пр}},$$

тому нейтральна вісь у полиці, переріз розраховуємо як прямокутний шириною b_f' :

$$\alpha_m = M_{\text{пр}} / (b_f' \cdot d^2 \cdot R_b) = 175 \cdot 10^6 / (1500 \cdot 560^2 \cdot 11,5) = 0,032; \quad \zeta = 0,984;$$

$$A_s = M_{\text{пр}} / (R_s \cdot \zeta \cdot d) = 175 \cdot 10^6 / (375 \cdot 0,984 \cdot 560) = 847 \text{ мм}^2.$$

Приймаємо у прольоті 4Ø18 A400C ($A_s = 1018 \text{ мм}^2 > 847 \text{ мм}^2$).

Над опорою (прямокутний переріз $b = 300 \text{ мм}$):

$$\alpha_m = M_{\text{оп}} / (b \cdot d^2 \cdot R_b) = 137,5 \cdot 10^6 / (300 \cdot 560^2 \cdot 11,5) = 0,127; \quad \zeta = 0,932;$$

$$A_s = M_{\text{оп}} / (R_s \cdot \zeta \cdot d) = 137,5 \cdot 10^6 / (375 \cdot 0,932 \cdot 560) = 703 \text{ мм}^2.$$

Приймаємо над опорою 4Ø16 A400C ($A_s = 804 \text{ мм}^2 > 703 \text{ мм}^2$).

Розрахунок на поперечну силу. Максимальна поперечна сила:

$$Q = 0,6 \cdot w \cdot l_0 = 0,6 \cdot 61,4 \cdot 5,6 = 206 \text{ кН.}$$

Перевірка бетону по похилій смузі: $Q = 206 \text{ кН} \leq 0,3 \cdot R_b \cdot b \cdot h_0 = 0,3 \cdot 11,5 \cdot 300 \cdot 560 = 580 \text{ кН}$. Приймаємо двозрізні хомути Ø10 A240C з кроком 150 мм у приопорних зонах; розрахунок похилого перерізу підтверджує достатність прийнятого поперечного армування ($Q_{\text{гр}} = 301 \text{ кН} > Q = 206 \text{ кН}$).

2.6. Розрахунок колони каркаса

Розглядаємо найбільш навантажену колону каркаса першого поверху перерізом 400×400 мм, яка сприймає навантаження від двох міжповерхових перекриттів, реакцію сталеві ферми покриття центрального залу та власну вагу. Колона працює переважно на центральний стиск.

Навантаження від перекриттів (вантажна площа $A = 6,0 \cdot 6,0 = 36 \text{ м}^2$; розрахункове навантаження перекриття з урахуванням ваги балок $g + q = 10,1 \text{ кН/м}^2$):

$$N_{\text{пер}} = (g + q) \cdot A \cdot n = 10,1 \cdot 36 \cdot 2 = 727,2 \text{ кН},$$

де $n = 2$ — кількість перекриттів над колоною.

Реакція сталеві ферми покриття (проліт ферми $\approx 30 \text{ м}$, крок ферм $6,0 \text{ м}$, навантаження покриття $q_p = 2,88 \text{ кН/м}^2$):

$$N_f = 0,5 \cdot q_p \cdot 30 \cdot 6,0 = 0,5 \cdot 2,88 \cdot 180 = 259 \text{ кН}.$$

Власна вага колони за висотою трьох поверхів:

$$N_{\text{кол}} = b \cdot h \cdot H \cdot n_0 \cdot \rho \cdot \gamma_f = 0,4 \cdot 0,4 \cdot 4,78 \cdot 3 \cdot 25 \cdot 1,1 = 63,1 \text{ кН}.$$

Сумарне поздовжнє зусилля у колоні (з урахуванням навантаження від покриття крила $\approx 52 \text{ кН}$):

$$N = 727,2 + 259 + 52 + 63,1 \approx 1100 \text{ кН}.$$

Розрахункова довжина колони першого поверху (защемлення у фундаменті та податливе обпирання вгорі):

$$l_0 = 0,7 \cdot H = 0,7 \cdot 4,78 = 3,35 \text{ м}.$$

Гнучкість колони $\lambda h = l_0 / h = 3,35 / 0,4 = 8,4$; за таблицями приймаємо коефіцієнт поздовжнього згину $\varphi = 0,90$. Умова міцності центрально-стиснутого елемента:

$$N \leq \varphi \cdot (R_b \cdot A + R_s \cdot A_{s,\text{tot}}).$$

Несуча здатність бетонного перерізу без урахування арматури:

$$\varphi \cdot R_b \cdot A = 0,90 \cdot 11,5 \cdot 160000 = 1656 \cdot 10^3 \text{ Н} = 1656 \text{ кН} > N = 1100 \text{ кН}.$$

Отже, міцність перерізу за бетоном забезпечена з запасом, і робоча арматура колони визначається конструктивними вимогами. Мінімальний відсоток армування $\rho_{\min} = 0,4 \%$:

$$A_{s,\min} = \rho_{\min} \cdot A = 0,004 \cdot 160000 = 640 \text{ мм}^2.$$

Приймаємо поздовжню арматуру колони 4Ø16 A400C ($A_s = 804 \text{ мм}^2 > 640 \text{ мм}^2$), поперечну — хомути Ø8 A240C з кроком 300 мм. Прийнятий переріз 400×400 мм має необхідний запас несучої здатності та водночас забезпечує загальну жорсткість каркаса й уніфікацію опалубки.

Оскільки колона входить до складу рами, окрім поздовжньої сили вона сприймає згинальний момент від рамної роботи каркаса. Виконаємо перевірку колони на позацентровий стиск за моменту $M = 60 \text{ кН}\cdot\text{м}$. Ексцентриситет прикладання поздовжньої сили з урахуванням випадкового ексцентриситету:

$$e_0 = M/N + e_a = 60/1100 + 0,0133 = 0,0545 + 0,0133 = 0,068 \text{ м} = 68 \text{ мм}.$$

Армування приймаємо симетричним (по 2Ø16 A400C біля кожної грані, $A_s = A_{s'} = 402 \text{ мм}^2$; $a = a' = 40 \text{ мм}$; $h_0 = 360 \text{ мм}$). Висота стиснутої зони бетону:

$$x = N/(R_b \cdot b) = 1100 \cdot 10^3 / (11,5 \cdot 400) = 239 \text{ мм}; \quad \xi = x/h_0 = 0,66.$$

Відстань від поздовжньої сили до арматури розтягнутої зони:

$$e = e_0 + 0,5h - a = 68 + 200 - 40 = 228 \text{ мм}.$$

Несуча здатність позацентрово стиснутого перерізу (момент відносно розтягнутої арматури):

$$M_{gr} = R_b \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0,5x) + R_{sc} \cdot A_{s'} \cdot (h_0 - a') = 264,4 + 48,2 = 312,6 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

Діюче зусилля: $N \cdot e = 1100 \cdot 0,228 = 250,6 \text{ кН}\cdot\text{м} < M_{gr} = 312,6 \text{ кН}\cdot\text{м}$. Умова міцності виконується, отже прийнятий переріз 400×400 мм із симетричним армуванням 4Ø16 A400C є достатнім як за центрального, так і за позацентрового стиску.

2.7. Розрахунок сталеві ферми покриття

Покриття центрального залу вирішене сталевими фермами криволінійного обрису прольотом $L = 30 \text{ м}$, встановленими з кроком 6,0 м.

Ферми проєктуються зі сталі марки С245 (розрахунковий опір $R_y = 240$ МПа, модуль пружності $E = 206 \cdot 10^3$ МПа) згідно з ДБН В.2.6-198:2014 «Сталеві конструкції. Норми проєктування». Елементи ферми прийнято з гнutoзварних замкнених профілів (квадратних труб). Розрахункова висота ферми у середині прольоту $h_f = 3,0$ м, ґратка трикутна. Нижче наведено визначення зусиль у спрощеній (стрижневій) постановці; для остаточного проєктування виконується розрахунок методом скінченних елементів.

Погонне навантаження на ферму (навантаження покриття $q_p = 2,88$ кН/м² з кроку 6,0 м та орієнтовна власна вага ферми):

$$w = q_p \cdot 6,0 + g_f = 2,88 \cdot 6,0 + 1,7 = 19,0 \text{ кН/м.}$$

Опорна реакція та максимальний згинальний момент (ферма розглядається як балка прольотом L):

$$R = w \cdot L / 2 = 19,0 \cdot 30 / 2 = 285 \text{ кН;}$$

$$M_{\max} = w \cdot L^2 / 8 = 19,0 \cdot 30^2 / 8 = 2138 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Зусилля у поясах ферми (плече внутрішньої пари сил дорівнює висоті ферми h_f):

$$N_{\text{пояс}} = M_{\max} / h_f = 2138 / 3,0 = 713 \text{ кН.}$$

Максимальне зусилля у розкосах (за поперечною силою на опорі, кут нахилу розкосу $\alpha \approx 45^\circ$):

$$N_r = R / \sin \alpha = 285 / 0,707 = 403 \text{ кН.}$$

Підбір перерізу нижнього (розтягнутого) пояса. Необхідна площа:

$$A_n = N_{\text{пояс}} / R_y = 713 \cdot 10^3 / 240 = 2971 \text{ мм}^2.$$

Приймаємо нижній пояс із квадратної труби $\square 140 \times 140 \times 6$ мм ($A = 31,4 \text{ см}^2 = 3140 \text{ мм}^2 > 2971 \text{ мм}^2$). Перевірка міцності: $\sigma = 713 \cdot 10^3 / 3140 = 227 \text{ МПа} < R_y = 240 \text{ МПа}$.

Підбір перерізу верхнього (стиснутого) пояса з урахуванням стійкості (розрахункова довжина панелі $l_{ef} \approx 3,0$ м). Приймаємо $\square 180 \times 180 \times 8$ мм ($A = 53,3 \text{ см}^2$, радіус інерції $i \approx 7,0$ см):

$$\lambda = l_{ef} / i = 300 / 7,0 = 42,9; \varphi \approx 0,90;$$

$$\sigma = N_{\text{пояс}} / (\varphi \cdot A) = 713 \cdot 10^3 / (0,90 \cdot 5330) = 149 \text{ МПа} < R_y = 240 \text{ МПа}.$$

Стійкість стиснутого пояса забезпечена. Підбір перерізу стиснутого розкосу (довжина розкосу $l_p \approx 4,24$ м). Приймаємо $\square 140 \times 140 \times 6$ мм ($A = 31,4$ см², $i \approx 5,4$ см):

$$\lambda = 424 / 5,4 = 78,5; \varphi \approx 0,66;$$

$$\sigma = N_p / (\varphi \cdot A) = 403 \cdot 10^3 / (0,66 \cdot 3140) = 194 \text{ МПа} < R_y = 240 \text{ МПа}.$$

Перевірка ферми за другою групою граничних станів (прогином). Зведений момент інерції перерізу ферми відносно її центральної осі (за площами поясів $A_t \approx 4,0 \cdot 10^3$ мм², плече $h = 3,0$ м):

$$I \approx 2 \cdot A_t \cdot (h/2)^2 = 2 \cdot 4000 \cdot 1500^2 = 1,8 \cdot 10^{10} \text{ мм}^4.$$

Прогин ферми від характеристичного навантаження ($w_n \approx 16,7$ кН/м):

$$f = 5 \cdot w_n \cdot L^4 / (384 \cdot E \cdot I) = 48 \text{ мм} < [f] = L/250 = 30000/250 = 120 \text{ мм}.$$

Жорсткість ферми забезпечена.

Розтягнуті розкоси та стояки приймаються з труб меншого перерізу ($\square 100 \times 100 \times 5$ мм) за умовою міцності та граничної гнучкості. Вузли ферми виконуються зварними. Просторова стійкість покриття забезпечується системою вертикальних і горизонтальних зв'язків між фермами та розпірками по поясах.

2.8. Розрахунок монолітного сходового маршу

Сходи будівлі — монолітні залізобетонні. Розглядаємо сходовий марш заввишки 2,39 м (половина висоти поверху) з розмірами сходинок 150×300 мм. Марш вирішено як похила плита завтовшки $\delta = 140$ мм, що спирається на платформні (майданчикові) балки; горизонтальний проліт маршу $l = 3,0$ м. Кут нахилу маршу: $\text{tg } \alpha = 150/300 = 0,5$; $\cos \alpha = 0,894$.

Збір навантажень на 1 м^2 горизонтальної проєкції маршу (розрахункові значення):

- власна вага похилої плити: $\delta \cdot \rho / \cos \alpha \cdot \gamma_f = 0,14 \cdot 25 / 0,894 \cdot 1,1 = 4,31$ кН/м²;
- вага бетонних сходинок: $0,5 \cdot h \cdot \rho \cdot \gamma_f = 0,5 \cdot 0,15 \cdot 25 \cdot 1,1 = 2,06$ кН/м²;
- оздоблення сходинок та огорожа: 1,14 кН/м²;
- тимчасове навантаження на сходи: $q_k \cdot \gamma_f = 4,0 \cdot 1,2 = 4,80$ кН/м².

Сумарне розрахункове навантаження на 1 м ширини маршу:

$$q = 4,31 + 2,06 + 1,14 + 4,80 = 12,3 \text{ кН/м.}$$

Максимальний згинальний момент (марш розглядається як вільно оперта плита на горизонтальному прольоті):

$$M = q \cdot l^2 / 8 = 12,3 \cdot 3,0^2 / 8 = 13,84 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Робоча висота перерізу плити маршу $d = \delta - a = 140 - 25 = 115$ мм:

$$\alpha_m = M / (b \cdot d^2 \cdot R_b) = 13,84 \cdot 10^6 / (1000 \cdot 115^2 \cdot 11,5) = 0,091; \quad \zeta = 0,952;$$

$$A_s = M / (R_s \cdot \zeta \cdot d) = 13,84 \cdot 10^6 / (375 \cdot 0,952 \cdot 115) = 337 \text{ мм}^2.$$

Приймаємо робочу арматуру маршу Ø10 A400C з кроком 200 мм ($A_s = 393 \text{ мм}^2 > 337 \text{ мм}^2$). Платформні балки та сходові майданчики армуються за аналогічною методикою; їх перерізи приймаються конструктивно з перевіркою на відповідні навантаження.

2.9. Розрахунок окремого фундаменту під колону

Під колону прийнято окремий монолітний залізобетонний фундамент ступінчастого типу. Розрахунок виконано за ДБН В.2.1-10:2018. Розрахунковий опір ґрунту основи приймаємо $R = 250$ кПа, глибину закладання фундаменту $d = 1,5$ м, середнє значення питомої ваги матеріалу фундаменту та ґрунту на його уступах $\gamma_m = 20$ кН/м³.

Нормативне (характеристичне) поздовжнє зусилля на рівні обрізу фундаменту:

$$N_{0,II} = N / \gamma_{fm} \approx 1100 / 1,15 \approx 960 \text{ кН.}$$

Необхідна площа підшви фундаменту:

$$A = N_{0,II} / (R - \gamma_m \cdot d) = 960 / (250 - 20 \cdot 1,5) = 960 / 220 = 4,36 \text{ м}^2.$$

Сторона квадратної підшови $a = \sqrt{4,36} = 2,09$ м. Приймаємо фундамент $2,2 \times 2,2$ м ($A = 4,84$ м²). Перевірка середнього тиску під підшовою:

$$p = (N_0, II + \gamma_m \cdot d \cdot A) / A = (960 + 20 \cdot 1,5 \cdot 4,84) / 4,84 = 228 \text{ кПа} < R = 250 \text{ кПа}.$$

Умова виконується. Висоту фундаменту приймаємо $H = 0,45$ м (робоча висота $h_0 = 0,40$ м). Перевірка на продавлювання колоною. Реактивний тиск ґрунту від розрахункового навантаження:

$$p_H = N / A = 1100 / 4,84 = 227 \text{ кПа}.$$

Продавлююча сила (за межами піраміди продавлювання з розмірами основи $b_{пр} = a_{кол} + 2h_0 = 0,4 + 0,8 = 1,2$ м):

$$F = p_H \cdot (A - b_{пр}^2) = 227 \cdot (4,84 - 1,44) = 772 \text{ кН}.$$

Несуча здатність на продавлювання (середній периметр $u_m = 4 \cdot (a_{кол} + h_0) = 3,2$ м):

$$F_b = R_{bt} \cdot u_m \cdot h_0 = 900 \cdot 3,2 \cdot 0,40 = 1152 \text{ кН} > F = 772 \text{ кН}.$$

Умова міцності на продавлювання виконується. Розрахунок підшови на згин (виліт консолі від грані колони $c = (a - a_{кол})/2 = (2,2 - 0,4)/2 = 0,9$ м):

$$M = p_H \cdot a \cdot c^2 / 2 = 227 \cdot 2,2 \cdot 0,9^2 / 2 = 202 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Необхідна площа арматури підшови:

$$A_s = M / (0,9 \cdot h_0 \cdot R_s) = 202 \cdot 10^6 / (0,9 \cdot 400 \cdot 375) = 1499 \text{ мм}^2.$$

Приймаємо арматуру підшови $\varnothing 12$ А400С з кроком 150 мм в обох напрямках ($A_s \approx 1695 \text{ мм}^2 > 1499 \text{ мм}^2$), що утворює сітку в нижній зоні фундаменту. Конструктивно фундамент виконується двоступінчастим (висота нижнього ступеня 250 мм, верхнього — 200 мм) з підколонником під стик з колоною; під підшовою влаштовується бетонна підготовка завтовшки 100 мм класу С8/10. Захисний шар робочої арматури для фундаментів за наявності підготовки приймається не менше 40 мм.

Перевірка фундаменту за деформаціями основи (осіданням). Додатковий тиск під підшовою фундаменту понад природний тиск ґрунту:

$$p_0 = p - \gamma' \cdot d = 228 - 18 \cdot 1,5 = 201 \text{ кПа}.$$

Орієнтовне осідання фундаменту (для квадратної підшови шириною $b = 2,2$ м, модуль деформації ґрунту основи $E = 18$ МПа, коефіцієнт Пуассона $\nu = 0,3$, коефіцієнт форми $\omega = 0,88$):

$$s = p_0 \cdot b \cdot \omega \cdot (1 - \nu^2) / E = 201 \cdot 2,2 \cdot 0,88 \cdot 0,91 / 18000 = 0,020 \text{ м} = 20 \text{ мм.}$$

Отримане осідання $s = 20$ мм значно менше за гранично допустиме для будівель цього типу $[s] = 120$ мм, отже умова за деформаціями основи виконується.

2.10. Перевірка елементів за другою групою граничних станів

Окрім перевірки міцності (перша група граничних станів), несучі залізобетонні елементи перевіряються за деформаціями (прогинами) та тріщиностійкістю — друга група граничних станів. Для згинальних елементів зручною є перевірка за граничним відношенням розрахункового прольоту до робочої висоти перерізу (l/d), що враховує умови закріплення та рівень армування елемента.

Для другорядної балки відношення прольоту до робочої висоти:

$$l_0/d = 5700 / 365 = 15,6.$$

Граничне відношення для нерозрізних таврових балок із помірним відсотком армування становить близько 20...26. Оскільки фактичне значення 15,6 менше за граничне, прогин балки не перевищує допустимого:

$$f \leq [f] = l/250 = 6000/250 = 24 \text{ мм.}$$

Аналогічна перевірка для плити перекриття ($l_0/d = 1800/60 = 30$) та головного ригеля ($l_0/d = 5600/560 = 10,0$) показує, що деформативність елементів перебуває в допустимих межах. Тріщиностійкість елементів забезпечується прийнятими діаметрами та кроком робочої арматури, а також достатнім захисним шаром бетону; розрахункова ширина розкриття тріщин не перевищує гранично допустимого значення $[a_{\text{срс}}] = 0,3$ мм. Таким чином, прийняті конструкції задовольняють вимоги як першої, так і другої груп граничних станів.

2.11. Висновки до розділу

У розрахунково-конструкторському розділі виконано збір навантажень на несучі конструкції будівлі та розрахунок основних залізобетонних елементів за методом граничних станів відповідно до чинних будівельних норм. За результатами розрахунків прийнято:

- монолітна плита перекриття товщиною 80 мм з робочою арматурою Ø6 A400C з кроком 200 мм;
- другорядна балка перерізом 200×400 мм: у прольоті 2Ø18 A400C, над опорою 2Ø16 A400C, хомути Ø8 A240C з кроком 150/300 мм;
- головний ригель перерізом 300×600 мм: у прольоті 4Ø18 A400C, над опорою 4Ø16 A400C, хомути Ø10 A240C з кроком 150 мм;
- колона каркаса перерізом 400×400 мм з поздовжньою арматурою 4Ø16 A400C та хомутами Ø8 A240C з кроком 300 мм;
- сталева ферма покриття прольотом 30 м: верхній пояс — труба –180×180×8, нижній пояс — □140×140×6, розкоси — □140×140×6 та –100×100×5 (сталь С245);
- монолітний сходовий марш завтовшки 140 мм з робочою арматурою Ø10 A400C з кроком 200 мм;
- окремий монолітний фундамент 2,2×2,2 м заввишки 0,45 м з арматурою підшви Ø12 A400C з кроком 150 мм.

Прийняті перерізи та армування забезпечують виконання умов міцності за першою групою граничних станів та деформативності за другою групою граничних станів із необхідним запасом несучої здатності. Розрахунки підтверджують раціональність обраної конструктивної схеми будівлі терміналу.

РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

3.1. Загальні відомості та вихідні дані

У цьому розділі розглянуто питання організації та технології зведення будівлі вантажного терміналу міжнародного аеропорту в м. Ужгород: визначено обсяги основних будівельно-монтажних робіт, обрано методи їх виконання та комплект основних будівельних машин, виконано калькуляцію трудових витрат, опрацьовано календарне планування та будівельний генеральний план, розроблено технологічну карту на провідний процес, а також передбачено заходи з контролю якості та охорони праці. Розділ виконано відповідно до вимог ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва» та ДБН А.3.2-2:2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві».

Основні вихідні параметри об'єкта для організаційно-технологічного проєктування (прийнято за архітектурно-будівельним та розрахунковим розділами роботи):

- розміри будівлі в плані — 72×36 м; кількість надземних поверхів — 3;
- будівельний об'єм будівлі — близько 39 000 м³; загальна площа — близько 7 000 м²;
- несучий каркас — монолітний залізобетонний з сіткою колон 6×6 м (близько 91 колони);
- покриття центрального залу — сталеві ферми прольотом 30 м (13 ферм);
- фундаменти — окремі монолітні залізобетонні стовпчасті.

Будівництво ведеться в умовах помірного клімату Закарпаття, що дозволяє виконувати основні роботи протягом більшої частини року з урахуванням заходів щодо бетонування за знижених температур у зимовий період. За організаційну форму прийнято потоковий метод будівництва, що забезпечує рівномірне завантаження ресурсів та скорочення тривалості робіт за

рахунок суміщення процесів у часі та просторі. Майданчик розбивається на захватки відповідно до конструктивної схеми будівлі.

3.2. Визначення обсягів будівельно-монтажних робіт

Обсяги основних будівельно-монтажних робіт визначено за архітектурно-будівельними кресленнями та прийнятими конструктивними рішеннями. Відомість обсягів основних робіт наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 — Відомість обсягів основних будівельно-монтажних робіт

Найменування робіт	Од. вим.	Кількість
Зрізання рослинного шару ґрунту	м ³	1 600
Розробка ґрунту в котлованах екскаватором	м ³	2 250
Доробка ґрунту вручну (зачищення дна)	м ³	150
Влаштування бетонної підготовки	м ³	53
Бетонування монолітних фундаментів	м ³	228
Зворотна засипка пазах з ущільненням	м ³	1 500
Бетонування монолітних колон	м ³	210
Бетонування монолітних перекриттів і балок	м ³	720
Монтаж сталевих конструкцій покриття	т	95
Влаштування покрівлі	м ²	2 800
Монтаж вітражних огорожувальних конструкцій	м ²	1 800
Влаштування перегородок	м ²	3 000
Оздоблювальні роботи	м ²	13 000
Влаштування підлог	м ²	6 500

Наведені обсяги є основою для калькуляції трудових витрат, підбору машин і механізмів та розроблення календарного плану будівництва.

3.3. Вибір методів виконання основних видів робіт

3.3.1. Земляні роботи.

Розробка ґрунту в котлованах під окремі фундаменти виконується одноковшевим екскаватором, обладнаним зворотною лопатою, з навантаженням ґрунту на автосамоскиди та частковим відсипанням у відвал для

подальшої зворотної засипки. Зачищення дна котлованів до проєктної позначки та підготовка основи виконуються вручну, щоб уникнути порушення структури ґрунту основи. Зворотна засипка пазух виконується пошарово з ущільненням механізованими трамбівками.

3.3.2. Влаштування фундаментів (нульовий цикл).

По дну котлованів влаштовується бетонна підготовка, по якій монтується опалубка та арматурні каркаси фундаментів. Бетонування монолітних фундаментів виконується бетонною сумішшю, що подається автобетонозмішувачами, з ущільненням глибинними вібраторами. Після набирання бетоном розпалублювальної міцності виконується розпалублення та влаштування гідроізоляції, після чого — зворотна засипка.

3.3.3. Зведення монолітного каркаса.

Монолітні колони та перекриття зводяться із застосуванням індустріальної інвентарної опалубки (щитової — для колон, стоечно-балкової — для перекриттів). Технологічний цикл для кожної захватки включає встановлення опалубки, монтаж арматурних каркасів і сіток, бетонування з ущільненням, технологічну витримку та розпалублення. Бетонна суміш подається до місця укладання автобетононасосом; вертикальне переміщення опалубки, арматури та дрібних вантажів забезпечується баштовим краном. Роботи організовано потоково по захватках з суміщенням опалубних, арматурних і бетонних процесів.

Поділ будівлі на захватки виконується з урахуванням сітки колон і розташування деформаційних (робочих) швів так, щоб обсяги робіт на захватках були приблизно однаковими, що забезпечує ритмічність потоку. Поки на одній захватці бетонують конструкції, на іншій виконують опалубні чи арматурні роботи, а на третій — догляд за бетоном і розпалублення. Такий підхід забезпечує безперервне завантаження бригад і механізмів та скорочення загальної тривалості зведення каркаса.

3.3.4. Монтаж сталевих ферм покриття.

Сталеві ферми покриття центрального залу укрупнюються в проєктне положення з попереднім укрупнювальним складанням на землі. Монтаж ферм виконується самохідним стріловим краном; ферми встановлюються на опорні вузли колон, тимчасово розкріплюються та вивіряються, після чого виконуються монтажні з'єднання та встановлюються прогони і зв'язки, що забезпечують просторову стійкість покриття. Монтаж ведеться з дотриманням послідовності, що забезпечує стійкість змонтованої частини на кожному етапі.

Укрупнювальне складання ферм на землі дозволяє зменшити обсяг висотних робіт і підвищити їх безпеку. Перша змонтована ферма ретельно вивіряється та закріплюється постійними зв'язками, утворюючи просторово незмінний блок; наступні ферми приєднуються до нього прогонами та зв'язками. Тимчасове розкріплення знімається лише після встановлення постійних елементів жорсткості. Геодезичний контроль забезпечує дотримання проєктного положення опорних вузлів та відміток поясів ферм.

3.3.5. Покрівельні та оздоблювальні роботи.

Після влаштування несучих конструкцій покриття виконуються роботи з улаштування покрівельного «пирога» (пароізоляція, утеплювач, гідроізоляція, фальцеве металеве покриття над криволінійним об'ємом). Паралельно ведеться монтаж вітражних огорожувальних конструкцій, що дозволяє створити закритий тепловий контур для виконання внутрішніх оздоблювальних робіт у несприятливий період. Оздоблювальні роботи, влаштування підлог та монтаж інженерних систем виконуються в завершальний період будівництва.

3.4. Вибір основних будівельних машин і механізмів

Провідною монтажною операцією, що визначає вибір вантажопідіймального крана, є монтаж сталевих ферм покриття. Кран добирається за трьома основними параметрами: необхідною вантажопідйомністю, необхідною висотою підймання гака та необхідним вильотом стріли.

Необхідна вантажопідйомність крана (маса ферми з урахуванням маси такелажного оснащення):

$$Q_{\text{кр}} = m_e + m_T = 5,0 + 0,4 = 5,4 \text{ т.}$$

Необхідна висота підймання гака:

$$H_{\text{кр}} = h_0 + h_z + h_e + h_c = 12,0 + 1,0 + 3,0 + 2,0 = 18,0 \text{ м,}$$

де $h_0 = 12,0 \text{ м}$ — позначка опорного рівня ферм; $h_z = 1,0 \text{ м}$ — запас за висотою; $h_e = 3,0 \text{ м}$ — висота елемента, що монтується; $h_c = 2,0 \text{ м}$ — висота стропування (траверси).

Необхідний виліт стріли з урахуванням розташування крана збоку від будівлі та монтажу ферм у центральній частині прийнято $R_{\text{кр}} \approx 16 \text{ м}$. За цими параметрами обираємо самохідний гусеничний кран РДК-25 (вантажопідйомність до 25 т, максимальна висота підймання та виліт стріли перебивають потрібні значення), який забезпечує монтаж ферм із достатнім запасом несучої здатності на робочому вильоті.

Для розробки ґрунту приймаємо одноковшевий екскаватор з ковшем місткістю $0,5 \text{ м}^3$ (типу ЕО-3322). Для бетонування монолітних конструкцій застосовується автобетононасос із подачею суміші стрілою, а доставка бетону — автобетонозмішувачами. Вертикальне транспортування матеріалів у період зведення каркаса забезпечує баштовий кран, встановлений з боку поздовжнього фасаду; роботи організовано по захватках у межах зони дії крана. Ущільнення бетону виконується глибинними та поверхневими вібраторами.

Експлуатаційна продуктивність екскаватора з ковшем $q = 0,5 \text{ м}^3$ (тривалість циклу $t_{\text{ц}} = 20 \text{ с}$, коефіцієнт наповнення ковша $k_n = 0,9$, коефіцієнт розпушення $k_p = 1,2$, коефіцієнт використання часу $k_v = 0,8$):

$$P_e = (3600/t_{\text{ц}}) \cdot q \cdot (k_n/k_p) \cdot k_v = (3600/20) \cdot 0,5 \cdot (0,9/1,2) \cdot 0,8 = 54 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Змінна продуктивність екскаватора становить близько 432 м^3 , отже розробка ґрунту в обсязі $2\,250 \text{ м}^3$ триватиме близько 5...6 змін. Для вивезення ґрунту приймаються автосамоскиди вантажопідйомністю на 8 м^3 ґрунту; за тривалості циклу самоскида близько 32 хв (навантаження, транспортування на

5 км, розвантаження, повернення) та часу навантаження одного самоскида близько 9 хв необхідна кількість самоскидів:

$$N_c = t_{ц.авто} / t_{навант} = 32 / 9 \approx 4 \text{ одиниці.}$$

Ущільнення бетону виконується глибинними та поверхневими вібраторами; для робіт із подавання та розподілення бетонної суміші використовується автобетононасос.

Перелік основних будівельних машин і механізмів, прийнятих для виконання робіт, наведено в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 — Перелік основних будівельних машин і механізмів

Машина, механізм	Призначення	К-сть
Гусеничний кран РДК-25	Монтаж сталевих ферм покриття	1
Баштовий кран	Подавання матеріалів при зведенні каркаса	1
Екскаватор ЕО-3322 (ківш 0,5 м³)	Розробка ґрунту в котлованах	1
Автобетононасос	Подавання бетонної суміші	1
Автобетонозмішувачі	Доставка бетонної суміші	3
Автосамоскиди	Вивезення ґрунту	4
Вібратори глибинні та площинні	Ущільнення бетонної суміші	4
Зварювальні апарати	Монтажні з'єднання сталевих конструкцій	2

3.5. Калькуляція трудових витрат

Трудомісткість основних робіт визначено на підставі обсягів робіт (таблиця 3.1) та усереднених норм часу за чинними нормативами (ДБН Д.2.2, ЕНіР). Результати наведено в таблиці 3.2; трудомісткість подано в людино-днях (за тривалості зміни 8 годин).

Таблиця 3.2 — Калькуляція трудових витрат на основні роботи

Найменування робіт	Од.	Обсяг	Норма часу, люд-год	Трудо-місткість, люд-дн
Розробка ґрунту екскаватором	100 м³	22,5	5,0	14,1
Доробка ґрунту вручну	м³	150	1,5	28,1
Бетонна підготовка	м³	53	1,2	8,0
Влаштування монолітних фундаментів	м³	228	6,0	171,0
Зворотна засипка з ущільненням	100 м³	15	12,0	22,5
Бетонування колон	м³	210	9,5	249,4
Бетонування перекриттів і балок	м³	720	7,5	675,0
Монтаж сталевих конструкцій	т	95	12,0	142,5
Влаштування покрівлі	100 м²	28	35,0	122,5
Монтаж вітражів	100 м²	18	55,0	123,8
Влаштування перегородок	100 м²	30	40,0	150,0
Оздоблювальні роботи	100 м²	130	45,0	731,3
Влаштування підлог	100 м²	65	25,0	203,1
Монтаж інженерних систем	—	—	—	900,0
Разом				3 541

Сумарна трудомісткість основних робіт за калькуляцією становить близько 3 541 люд-дн. З урахуванням дрібних, підготовчих та неврахованих робіт (коефіцієнт 1,2) загальна трудомісткість будівництва приймається:

$$Q_{\text{заг}} = 3\,541 \cdot 1,2 \approx 4\,250 \text{ люд-дн.}$$

3.6. Календарне планування будівництва

Календарний план будівництва розроблено за потоковим методом із суміщенням технологічно сумісних процесів. Загальну тривалість будівництва прийнято $T = 12$ місяців (близько 250 робочих днів), що відповідає

нормативним показникам для будівель цього об'єму та призначення. Будівництво поділено на такі періоди:

- підготовчий період (огороження майданчика, тимчасові споруди, інженерні мережі) — близько 0,5 міс;
- нульовий цикл (земляні роботи, фундаменти, зворотна засипка) — близько 2 міс;
- зведення надземної частини (монолітний каркас, монтаж покриття) — близько 4 міс;
- влаштування покрівлі та огорожувальних конструкцій — близько 2 міс;
- оздоблювальні роботи, влаштування підлог, монтаж інженерних систем — близько 3 міс;
- благоустрій території та здавання об'єкта в експлуатацію — близько 0,5 міс.

Середня кількість робітників за весь період будівництва:

$$N_{\text{сер}} = Q_{\text{заг}} / T = 4\,250 / 250 \approx 17 \text{ чол.}$$

Максимальна кількість робітників у періоди найбільшого суміщення процесів приймається $N_{\text{max}} \approx 30$ чол. Коефіцієнт нерівномірності руху робітників:

$$\alpha = N_{\text{max}} / N_{\text{сер}} = 30 / 17 \approx 1,7 < 2,0,$$

що свідчить про прийнятну рівномірність використання трудових ресурсів. Графік руху робочої сили будується на основі календарного плану та узгоджується з графіками надходження матеріалів і роботи машин.

Календарний план може бути поданий у формі лінійного графіка (графіка Ганта) або сітьового графіка. Сітьове планування дає змогу виявити критичний шлях — послідовність робіт, що визначає загальну тривалість будівництва, та зосередити на ньому ресурси й управлінську увагу. Роботи, що не лежать на критичному шляху, мають резерви часу, які використовуються для вирівнювання завантаження ресурсів. Поряд із календарним планом

розробляються графік руху робочої сили, графік роботи основних будівельних машин та графік надходження й витрачання основних матеріалів і конструкцій, що забезпечує узгоджене та безперебійне виконання робіт.

3.7. Проектування будівельного генерального плану

Будівельний генеральний план визначає розташування на майданчику будівлі, що зводиться, монтажних механізмів, тимчасових будівель і споруд, складів, доріг та інженерних мереж на період будівництва. Розташування об'єктів будгенплану підпорядковане забезпеченню безпеки, технологічності та мінімізації внутрішньомайданчикових переміщень.

3.7.1. Розрахунок площ складів.

Необхідна площа складу для зберігання матеріалу визначається за формулою:

$$S = P_{\text{скл}} / (q \cdot k_v),$$

де $P_{\text{скл}}$ — запас матеріалу на складі; q — норма зберігання на 1 м² площі; k_v — коефіцієнт використання площі складу. Запас матеріалу визначається за добовою витратою, нормативним запасом у днях та коефіцієнтами нерівномірності надходження й споживання. Наприклад, для сталевих конструкцій покриття (загальна маса 95 т, монтаж протягом 30 днів, добова витрата 3,17 т, запас $n = 5$ днів, $k_1 = 1,1$, $k_2 = 1,3$):

$$P_{\text{скл}} = 3,17 \cdot 5 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 22,7 \text{ т}; \quad S = 22,7 / (0,5 \cdot 0,5) \approx 91 \text{ м}^2.$$

Аналогічно визначаються площі складів для інших матеріалів. Прийнято такі складські площі: відкриті майданчики для зберігання збірних елементів, арматури та сталевих конструкцій — близько 250 м²; склади під навісом (опалубка, столярні вироби) — близько 80 м²; закриті опалювані склади (оздоблювальні, ізоляційні матеріали) — близько 40 м². Склади розташовуються в зоні дії монтажного крана вздовж тимчасових доріг.

3.7.2. Розрахунок тимчасових (побутових) приміщень.

Розрахунок виконується за максимальною кількістю працюючих $N_{\max} = 30$ чол. з урахуванням складу працюючих (робітники — 85 %, ІТП та службовці — 12 %, інші — 3 %). За нормами площ на одного працюючого визначаються площі тимчасових побутових приміщень, наведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 — Розрахунок площ тимчасових побутових приміщень

Приміщення	Норма, м ² /чол	Площа, м ²
Гардеробна із сушаркою	0,9	27
Душова	0,43	13
Умивальня	0,05	2
Приміщення для приймання їжі та обігріву	1,0	30
Приміщення для ІТП та контора	—	24
Туалет	0,07	2
Разом		98

Сумарна площа тимчасових побутових приміщень становить близько 98 м², які розміщуються в інвентарних мобільних (контейнерних) будівлях поза небезпечною зоною роботи крана з улаштуванням майданчиків та підходів.

3.7.3. Розрахунок потреби у воді.

Загальна потреба будівельного майданчика у воді складається з виробничих, господарсько-побутових та протипожежних витрат:

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\text{вир}} + Q_{\text{госп}} + Q_{\text{пож.}}$$

Виробнича витрата води (на технологічні потреби — приготування та догляд за бетоном, роботу машин) визначається за добовими обсягами робіт, нормами витрати та коефіцієнтом годинної нерівномірності $k_{\Gamma} = 1,5$ за тривалості зміни $t = 8$ год:

$$Q_{\text{вир}} = \Sigma(q_{\text{в}} \cdot V_{\text{д}}) \cdot k_{\Gamma} / (t \cdot 3600) \approx 0,5 \text{ л/с.}$$

Господарсько-побутова витрата (з урахуванням роботи душових) для $N_{\max} = 30$ чол.:

$$Q_{\text{госп}} = (N \cdot q_{\Gamma} \cdot k_{\Gamma}) / (t \cdot 3600) + (N_{\text{д}} \cdot q_{\text{д}}) / (t_{\text{д}} \cdot 3600) \approx 0,4 \text{ л/с,}$$

де $q_g = 15$ л/чол. за зміну — норма господарського водоспоживання; $q_d = 30$ л/чол. — норма на користування душем. Протипожежна витрата для майданчика площею до 10 га приймається $Q_{\text{пож}} = 10$ л/с (два струмені по 5 л/с) і є визначальною. Сумарна розрахункова витрата:

$$Q_{\text{заг}} = 0,5 + 0,4 + 10 \approx 11 \text{ л/с.}$$

Діаметр тимчасового водопроводу (за швидкості руху води $v = 1,5$ м/с):

$$d = \sqrt[3]{(4 \cdot Q_{\text{заг}} / (\pi \cdot v))} = \sqrt[3]{(4 \cdot 0,011 / (3,14 \cdot 1,5))} \approx 0,10 \text{ м,}$$

отже, приймаємо тимчасовий водопровід діаметром 100 мм із приєднанням до існуючих або проєктованих мереж водопостачання.

3.7.4. Розрахунок потреби в електроенергії.

Розрахункова потужність на будівельному майданчику визначається з урахуванням силових споживачів, технологічних потреб та освітлення за формулою:

$$P_{\text{розр}} = K_c \cdot \Sigma P_M / \cos \varphi + K_c \cdot \Sigma P_T + \Sigma P_{o.v} + \Sigma P_{o.z},$$

де ΣP_M — сумарна потужність силових споживачів (крани, бетононасос, зварювальні апарати, вібратори, механізований інструмент), прийнята близько 300 кВт; $\cos \varphi = 0,7$ — коефіцієнт потужності; $K_c = 0,5$ — коефіцієнт попиту; $P_{o.v}$, $P_{o.z}$ — потужність внутрішнього та зовнішнього освітлення (близько 30 кВт сумарно). Розрахункова потужність:

$$P_{\text{розр}} = 0,5 \cdot 300 / 0,7 + 30 \approx 245 \text{ кВт.}$$

Для забезпечення майданчика електроенергією приймається тимчасова комплектна трансформаторна підстанція (КТП) потужністю 250...400 кВ·А. Освітлення майданчика виконується прожекторами на щоглах; робочі місця забезпечуються місцевим освітленням відповідно до норм освітленості.

3.7.5. Тимчасові дороги та огороження.

На майданчику влаштовуються тимчасові внутрішньомайданчикові дороги (переважно кільцевої схеми) для руху транспорту та обслуговування складів і кранів. Майданчик огорожується по периметру, виділяються

небезпечні зони роботи крана, передбачаються в'їзди з мийками коліс, пожежні проїзди та місця розташування первинних засобів пожежогасіння.

3.8. Технологічна карта на бетонування монолітного перекриття

Як провідний технологічний процес розглянуто бетонування монолітного залізобетонного перекриття. Комплексний процес включає такі операції: встановлення та вивірення опалубки перекриття; монтаж арматурних каркасів і сіток із встановленням фіксаторів захисного шару; укладання та ущільнення бетонної суміші; догляд за бетоном у процесі тверднення; розпалублення після набирання бетоном необхідної міцності.

Опалубка перекриття — інвентарна стосечно-балкова з ламінованою фанерною палубою. Бетонна суміш класу С20/25 подається автобетононасосом і укладається з ущільненням глибинними та площинними вібраторами; бетонування ведеться без перерв у межах захватки із влаштуванням робочих швів у місцях найменших зусиль. Догляд за бетоном передбачає підтримання вологісного режиму, а в холодний період — заходи з прогрівання та утеплення (метод «термоса», електропрогрів).

Опалубні роботи включають встановлення стояків з регульованими опорними домкратами, поздовжніх і поперечних балок та укладання палуби з вивірянням її в проєктне положення за допомогою нівеліра. Поверхня палуби обробляється мастилом для полегшення розпалублення. Арматурні роботи виконуються з укрупнених сіток і каркасів, що встановлюються з дотриманням проєктного захисного шару за допомогою пластикових фіксаторів; стики стрижнів виконуються внапуск або зварюванням відповідно до проєкту. Перед бетонуванням проводиться приймання опалубки та арматури з оформленням акта на приховані роботи.

Роботи виконує комплексна бригада, до складу якої входять монтажники опалубки, арматурники та бетонувальники. Рекомендований склад ланки для бетонування перекриття наведено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 — Склад ланки для бетонування перекриття

Професія	Розряд	Кількість, чол
Монтажник опалубки	4	2
Арматурник	3	2
Бетонувальник	4	2
Бетонувальник	2	2
Машиніст крана / оператор бетононасоса	5	1
Разом		9

Розпалублення несучих елементів перекриття виконується після досягнення бетоном не менше 70 % проектної міцності, що підтверджується випробуванням контрольних зразків. Геодезичний контроль забезпечує дотримання проектних позначок і геометрії конструкцій. Технологічна карта встановлює також вимоги до безпеки праці та послідовності виконання операцій по захватках.

3.9. Контроль якості будівельно-монтажних робіт

Контроль якості здійснюється на всіх етапах будівництва та поділяється на вхідний, операційний і приймальний. Вхідний контроль передбачає перевірку відповідності матеріалів, виробів і конструкцій вимогам проекту та супровідної документації (сертифікатів, паспортів). Операційний контроль виконується безпосередньо в процесі робіт і охоплює дотримання технології, геометричних параметрів, якості армування та укладання бетону, правильність монтажу сталевих конструкцій.

Приймальний контроль включає оцінювання якості завершених робіт, у тому числі прихованих, із оформленням актів на приховані роботи (армування, гідроізоляція, основи під фундаменти тощо). Міцність бетону контролюється випробуванням контрольних зразків. Геодезичний контроль забезпечує відповідність положення конструкцій проектним позначкам і осям. Основні параметри операційного контролю наведено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 — Параметри операційного контролю якості

Параметр контролю	Допуск	Спосіб контролю
Відхилення позначок опалубки	±5 мм	нівелір
Товщина захисного шару арматури	±5 мм	вимірювання
Відхилення осей колон від вертикалі	±5 мм	теодоліт
Міцність бетону	не нижче проєктної	випробування зразків
Відхилення позначок перекриття	±10 мм	нівелір

Результати контролю фіксуються у виконавчій документації, що є підставою для приймання робіт та подальшого виконання наступних технологічних процесів.

3.10. Заходи з охорони праці та техніки безпеки

Заходи з охорони праці та безпеки виконання робіт передбачаються відповідно до ДБН А.3.2-2:2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві». До робіт допускаються особи, які пройшли відповідне навчання та інструктаж з охорони праці. Працівники забезпечуються засобами індивідуального захисту (каски, спецодяг, запобіжні пояси для робіт на висоті).

Особлива увага приділяється безпеці вантажопідіймальних робіт: визначаються та позначаються небезпечні зони роботи крана, забороняється перебування людей під вантажем, що піднімається, контролюється справність такелажного оснащення. При виконанні монтажу сталевих ферм на висоті застосовуються запобіжні засоби та засоби колективного захисту (огороження, страхувальні системи). Забезпечується електробезпека (заземлення, захисне вимкнення), пожежна безпека майданчика та безпечна організація земляних робіт (кріплення стінок котлованів за потреби, дотримання безпечної відстані від брівки).

Передбачаються також заходи з охорони навколишнього середовища: збереження родючого шару ґрунту з його подальшим використанням під час благоустрою; організоване відведення та очищення поверхневих стоків з

майданчика; влаштування мийок коліс автотранспорту на виїзді; роздільне збирання та вивезення будівельних відходів; обмеження шуму та запиленості. Виконання цих заходів забезпечує мінімізацію негативного впливу будівництва на довкілля та дотримання санітарних вимог.

3.11. Техніко-економічні показники розділу

Узагальнені техніко-економічні показники організаційно-технологічного розділу наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 — Техніко-економічні показники

Показник	Одиниця	Значення
Будівельний об'єм будівлі	м ³	39 000
Загальна площа	м ²	7 000
Тривалість будівництва	міс	12
Загальна трудомісткість	люд-дн	4 250
Максимальна кількість робітників	чол	30
Виробіток на одного робітника	м ³ /люд-дн	9,2
Рівень механізації основних робіт	%	85
Коефіцієнт нерівномірності руху робітників	—	1,7

Виробіток на одного робітника визначено як відношення будівельного об'єму до загальної трудомісткості ($39\,000 / 4\,250 \approx 9,2$ м³/люд-дн). Отримані показники свідчать про раціональність прийнятих організаційно-технологічних рішень.

3.12. Висновки до розділу

В організаційно-технологічному розділі визначено обсяги основних будівельно-монтажних робіт та обґрунтовано методи їх виконання із застосуванням індустріальних технологій і потокового методу організації будівництва. Підібрано основні будівельні машини та механізми, провідним з яких є самохідний гусеничний кран для монтажу сталевих ферм покриття. Виконано калькуляцію трудових витрат, за якою загальна трудомісткість

будівництва становить близько 4 250 люд-дн, а тривалість будівництва — 12 місяців.

Розроблено рішення будівельного генерального плану з розрахунком складських і побутових площ, потреби у воді та електроенергії, передбачено заходи з контролю якості робіт та охорони праці. Прийняті організаційно-технологічні рішення забезпечують безпечне, якісне та своєчасне зведення будівлі вантажного терміналу.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА

4.1. Загальні відомості та нормативна база

Кошторисна документація призначена для визначення кошторисної вартості будівництва та є основою для планування капітальних вкладень, фінансування будівництва, формування договірної ціни та проведення розрахунків між замовником і підрядником. Визначення вартості будівництва в Україні виконується відповідно до «Настанови з визначення вартості будівництва» (затвердженої наказом Міністерства розвитку громад та територій України № 281 від 01.11.2021) із застосуванням Кошторисних норм України (КНУ).

Кошторисна документація складається з кількох рівнів:

- локальні кошториси — первинні кошторисні документи, що складаються на окремі види робіт і витрат за робочими кресленнями;
- об'єктні кошториси — об'єднують дані локальних кошторисів у межах окремого об'єкта;
- зведений кошторисний розрахунок вартості будівництва — визначає повну кошторисну вартість будови в цілому.

Кошторисна вартість будівельно-монтажних робіт формується з прямих витрат (заробітна плата робітників, вартість матеріальних ресурсів, вартість експлуатації будівельних машин і механізмів), загальновиробничих витрат, кошторисного прибутку, коштів на покриття адміністративних витрат і ризику, а також податку на додану вартість (ПДВ). У цьому розділі складено один локальний кошторис на основні конструктивні роботи та зведений кошторисний розрахунок вартості будівництва будівлі терміналу.

Прямі витрати визначаються переважно ресурсним методом — на підставі нормативної потреби в ресурсах (трудовитратах робітників, часу роботи машин і механізмів, витратах матеріалів) та поточних цін на ці ресурси. Загальновиробничі витрати (ЗВВ) враховують витрати, пов'язані з організацією та управлінням будівельним виробництвом, і нараховуються за встановленими показниками від

відповідної бази (трудовитрат, заробітної плати або прямих витрат). Кошторисний прибуток є нормативною частиною вартості, що спрямовується на розвиток виробництва підрядної організації.

Зведений кошторисний розрахунок вартості будівництва додатково враховує витрати, не пов'язані безпосередньо з основними об'єктами: підготовку території, тимчасові будівлі і споруди, інші роботи й витрати, утримання служби замовника, проєктно-вишукувальні роботи тощо. Підсумкова вартість визначається з урахуванням ПДВ за чинною ставкою.

Наведені нижче ціни прийнято орієнтовно на поточному ціновому рівні та підлягають уточненню за актуальними кошторисними нормами й поточними цінами ресурсів на момент складання кошторису.

4.2. Локальний кошторис

Складено локальний кошторис на влаштування монолітних залізобетонних конструкцій каркаса (фундаменти, колони, перекриття) та монтаж сталевих конструкцій покриття. Обсяги робіт прийнято за розрахунково-конструкторським та організаційно-технологічним розділами роботи. Кошторис наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 — Локальний кошторис на основні конструктивні роботи

№	Найменування робіт	Од.	К-сть	Ціна за од., грн	Загальна вартість, грн	Трудо-місткість, люд-год
1	Улаштування бетонної підготовки під фундаменти	м³	53	2 800	148 400	106
2	Улаштування монолітних залізобетонних фундаментів	м³	228	3 500	798 000	1 254
3	Улаштування опалубки фундаментів	м²	410	450	184 500	246
4	Армування фундаментів	т	22	45 000	990 000	264
5	Бетонування монолітних колон	м³	210	4 500	945 000	1 995
6	Улаштування опалубки колон	м²	2 088	480	1 002 240	1 044
7	Армування колон	т	25	46 000	1 150 000	325
8	Бетонування монолітних перекриттів і балок	м³	720	4 000	2 880 000	5 400
9	Улаштування опалубки перекриттів	м²	5 184	500	2 592 000	3 110
10	Армування перекриттів	т	65	45 000	2 925 000	780
11	Монтаж сталевих конструкцій покриття	т	95	55 000	5 225 000	1 140
12	Гідроізоляція фундаментів	м²	800	250	200 000	240
	Разом прямі витрати				19 040 140	15 904

За підсумками локального кошторису прямі витрати становлять 19 040 140 грн, кошторисна трудомісткість — 15 904 люд-год. Загальновиробничі витрати прийнято орієнтовно в розмірі 15 % від прямих витрат:

$$ЗВВ = 0,15 \cdot 19\,040\,140 = 2\,856\,021 \text{ грн.}$$

Кошторисна вартість робіт за локальним кошторисом:

$$Сл = 19\,040\,140 + 2\,856\,021 = 21\,896\,161 \text{ грн} \approx 21\,896,2 \text{ тис. грн.}$$

Цей локальний кошторис є складовою об'єктного кошторису на будівлю терміналу; повна кошторисна вартість об'єкта враховує також усі інші види робіт (огороджувальні конструкції, покрівля, оздоблення, підлоги, інженерні системи тощо).

4.3. Об'єктний кошторис

Об'єктний кошторис об'єднує вартість усіх видів робіт по будівлі терміналу, визначену відповідними локальними кошторисами. Кошторисну вартість монолітних залізобетонних та сталевих конструкцій прийнято за локальним кошторисом (п. 4.2), вартість решти видів робіт — за укрупненими показниками. Підсумкову вартість об'єкта наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 — Об'єктний кошторис на будівлю терміналу

№	Найменування робіт (за локальними кошторисами)	Кошторисна вартість, тис. грн
1	Земляні роботи та влаштування основ	2 100,0
2	Монолітні залізобетонні та сталеві конструкції	21 896,2
3	Огороджувальні конструкції (стіни, вітражі)	12 400,0
4	Покрівля	4 800,0
5	Заповнення прорізів та перегородки	5 200,0
6	Оздоблювальні роботи	8 900,0
7	Влаштування підлог	3 600,0
8	Внутрішні інженерні системи	3 603,8
	Разом за об'єктним кошторисом	62 500,0

Повна кошторисна вартість будівлі терміналу за об'єктним кошторисом становить 62 500,0 тис. грн і входить до глави 2 зведеного кошторисного розрахунку.

4.4. Зведений кошторисний розрахунок вартості будівництва

Зведений кошторисний розрахунок вартості будівництва визначає повну кошторисну вартість будови та складається за главами відповідно до встановленої структури. Вартість основних об'єктів будівництва (глава 2) визначено на підставі об'єктного кошторису будівлі терміналу; вартість інших глав прийнято орієнтовно у відсотковому співвідношенні до основних об'єктів. Результати наведено в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 — Зведений кошторисний розрахунок вартості будівництва

Глава	Найменування глав, робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис. грн
1	Підготовка території будівництва	1 250,0
2	Основні об'єкти будівництва (будівля терміналу)	62 500,0
3	Об'єкти підсобного та обслуговуючого призначення	3 100,0
4	Об'єкти енергетичного господарства	1 900,0
5	Об'єкти транспортного господарства і зв'язку	2 200,0
6	Зовнішні мережі та споруди водо-, тепло-, газопостачання та каналізації	3 700,0
7	Благоустрій та озеленення території	2 500,0
	Разом за главами 1–7	77 150,0
8	Тимчасові будівлі і споруди	1 543,0
9	Інші роботи і витрати	2 360,0
10	Утримання служби замовника (технічний нагляд)	2 026,0
12	Проектні та вишукувальні роботи	3 850,0
	Разом за главами 1–12	86 929,0
	Кошторисний прибуток	4 200,0
	Разом без ПДВ	91 129,0
	Податок на додану вартість (ПДВ), 20 %	18 225,8
	Усього кошторисна вартість будівництва	109 354,8

Таким чином, повна кошторисна вартість будівництва будівлі вантажного терміналу за зведеним кошторисним розрахунком становить 109 354,8 тис. грн (з урахуванням ПДВ).

4.5. Техніко-економічні показники кошторисної вартості

На основі повної кошторисної вартості та об'ємно-планувальних показників будівлі визначено питомі техніко-економічні показники, наведені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 — Техніко-економічні показники кошторисної вартості

Показник	Одиниця	Значення
Загальна площа будівлі	м ²	7 000
Будівельний об'єм будівлі	м ³	39 000
Повна кошторисна вартість будівництва	тис. грн	109 354,8
Вартість 1 м ² загальної площі	грн/м ²	15 622
Вартість 1 м ³ будівельного об'єму	грн/м ³	2 804

Питомі показники визначено як відношення повної кошторисної вартості до загальної площі та будівельного об'єму будівлі:

$$C1m^2 = 109\,354\,800 / 7\,000 \approx 15\,622 \text{ грн/м}^2;$$

$$C1m^3 = 109\,354\,800 / 39\,000 \approx 2\,804 \text{ грн/м}^3.$$

Отримані питомі показники відповідають характерному рівню вартості будівництва громадських будівель транспортного призначення з монолітним залізобетонним каркасом та сталевим великопрогінним покриттям.

4.6. Висновки до розділу

У кошторисному розділі визначено вартість будівництва будівлі вантажного терміналу. Складено локальний кошторис на основні конструктивні роботи, кошторисна вартість яких становить близько 21 896,2 тис. грн за кошторисної трудомісткості 15 904 люд-год. На підставі об'єктних кошторисів розроблено зведений кошторисний розрахунок вартості будівництва, за яким повна кошторисна вартість будови з урахуванням ПДВ становить 109 354,8 тис. грн.

Визначені питомі техніко-економічні показники (вартість 1 м² загальної площі — близько 15 622 грн, вартість 1 м³ будівельного об'єму — близько 2 804 грн) підтверджують економічну обґрунтованість прийнятих проєктних рішень. Наведені вартісні показники є орієнтовними та підлягають уточненню за актуальними кошторисними нормами і поточними цінами ресурсів.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1. Загальні положення та нормативна база з охорони праці

Охорона праці — це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності. Будівництво належить до галузей із підвищеним рівнем виробничого ризику, тому забезпечення безпечних і здорових умов праці є невід'ємною складовою організації будівельного виробництва.

Правовою основою охорони праці в Україні є Закон України «Про охорону праці», Кодекс законів про працю, а також система нормативно-правових актів з охорони праці (НПАОП) та будівельних норм. Безпосередньо для будівництва основним документом є ДБН А.3.2-2:2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві». Класифікація небезпечних та шкідливих виробничих факторів виконується за ДСТУ (ГОСТ 12.0.003); вимоги до санітарно-побутового забезпечення, освітлення та мікроклімату регламентуються відповідними державними санітарними нормами і будівельними нормами з проєктування.

Метою цього розділу є аналіз умов праці під час зведення та експлуатації будівлі вантажного терміналу, виявлення небезпечних і шкідливих виробничих факторів та розроблення інженерно-технічних і організаційних заходів, що забезпечують безпеку працівників, а також заходів з охорони навколишнього природного середовища. У розділі виконано низку інженерних розрахунків (захисного заземлення, освітлення, повітрообміну, блискавкозахисту), що підтверджують прийняті рішення.

5.2. Організація управління охороною праці. Навчання та інструктажі

Управління охороною праці на будівельному майданчику здійснюється роботодавцем (підрядною організацією) через службу охорони праці або

призначену відповідальну особу. До функцій управління належать: розроблення та впровадження системи управління охороною праці, проведення навчання та інструктажів, забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, контроль за дотриманням вимог безпеки, розслідування та облік нещасних випадків, проведення обов'язкових медичних оглядів працівників.

До робіт допускаються особи, які пройшли медичний огляд, навчання з питань охорони праці та відповідний інструктаж. Працівники, зайняті на роботах з підвищеною небезпекою (монтажні, висотні, зварювальні, роботи з вантажопідіймальними механізмами), проходять спеціальне навчання та періодичну перевірку знань. Види інструктажів з охорони праці наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 — Види інструктажів з охорони праці

Вид інструктажу	Коли проводиться
Вступний	При прийнятті працівника на роботу
Первинний	На робочому місці до початку роботи
Повторний	Періодично у встановлені строки (на роботах з підвищеною небезпекою — частіше)
Позаплановий	У разі зміни умов праці, після порушень вимог безпеки або нещасних випадків
Цільовий	Перед виконанням разових робіт, не пов'язаних з прямими обов'язками

Проведення інструктажів реєструється у відповідних журналах із підписами осіб, які інструктують і яких інструктують. Регулярний контроль за станом охорони праці здійснюється на всіх рівнях управління будівництвом, а виявлені порушення усуваються у встановлені строки.

Важливою складовою управління охороною праці є розслідування та облік нещасних випадків і професійних захворювань, аналіз їх причин та розроблення заходів щодо запобігання повторенню. Проводиться також оцінювання умов праці на робочих місцях, за результатами якого встановлюються відповідні пільги та додаткові заходи захисту для працівників, зайнятих у шкідливих умовах.

5.3. Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Під час зведення будівлі терміналу на працівників діє низка небезпечних (таких, що призводять до травм) та шкідливих (таких, що призводять до захворювань) виробничих факторів. За природою дії їх поділяють на фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні. Основні фактори, характерні для будівельного майданчика, та заходи захисту від них наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 — Небезпечні та шкідливі виробничі фактори і заходи захисту

Фактор	Джерело виникнення	Засоби та заходи захисту
Рухомі машини й механізми, вантажі, що переміщуються	Робота кранів, екскаваторів, транспорту	Огородження небезпечних зон, сигналізація, навчання
Падіння з висоти	Монтажні та оздоблювальні роботи на висоті	Огородження, запобіжні пояси, риштування
Обвалення ґрунту	Земляні роботи в котлованах	Кріплення стінок, дотримання крутості укосів
Ураження електричним струмом	Електроустановки, ручний електроінструмент	Заземлення, занулення, захисне вимкнення, ЗІЗ
Підвищений рівень шуму та вібрації	Робота машин, вібраторів, інструменту	Технічні засоби, ЗІЗ органів слуху, регламент роботи
Запиленість і загазованість повітря	Земляні, зварювальні, оздоблювальні роботи	Вентиляція, респіратори, зрошування водою
Несприятливі метеоумови	Робота на відкритому повітрі	Спецодяг, приміщення для обігріву, режим праці

На підставі аналізу факторів розробляються конкретні заходи безпеки за видами робіт, наведені в наступних підрозділах. Першочергова увага приділяється факторам, що можуть призвести до тяжких наслідків: падінню з висоти, дії вантажопідіймальних механізмів та ураженню електричним струмом.

Рівень виробничого ризику оцінюється з урахуванням ймовірності прояву кожного фактора та тяжкості можливих наслідків. На основі такої оцінки визначаються пріоритетні напрями профілактичних заходів і розподіляються ресурси на забезпечення безпеки. Усунення або зниження дії факторів досягається насамперед технічними засобами (заміна небезпечних процесів,

огороження, механізація робіт), а за неможливості — організаційними заходами та засобами індивідуального захисту.

5.4. Заходи безпеки під час земляних робіт

Земляні роботи становлять небезпеку через можливість обвалення ґрунту та наїзду землерийних машин. Перед початком робіт уточнюється розташування підземних комунікацій, а роботи поблизу них виконуються під наглядом і за погодженням з експлуатуючими організаціями. Розробка ґрунту в котлованах виконується з дотриманням безпечної крутості укосів, а за вертикальних стінок завглибшки понад нормативну — із влаштуванням кріплень відповідної несучої здатності.

Забороняється перебування людей у зоні дії робочого органу екскаватора та під його ковшем; розвантаження ґрунту в транспорт виконується з боку заднього або бокового борту. Складування ґрунту та матеріалів виконується за межами призми обвалення на безпечній відстані від брівки котловану. Спуск працівників у котлован дозволяється лише драбинами або трапами. У місцях проходів людей через траншеї влаштовуються перехідні містки з огороженням; котловани та траншеї в місцях руху людей огорожуються та позначаються сигнальними знаками, а в темну пору доби — освітлюються.

За наявності припливу ґрунтових або поверхневих вод організовується водовідведення (відкрите водозниження) для запобігання підтопленню та втраті стійкості укосів. У зимовий період вживаються заходи проти промерзання ґрунту основи та розроблення мерзлого ґрунту відповідно до технології. Особлива увага приділяється стійкості укосів після опадів, оскільки зволоження ґрунту знижує його зчеплення і збільшує ризик обвалення; за потреби крутість укосів зменшується або влаштовуються тимчасові кріплення.

5.5. Заходи безпеки під час бетонних та арматурних робіт

Під час арматурних робіт небезпеку становлять гострі краї та виступи стрижнів, робота з заготівельним обладнанням і зварюванням. Робочі місця обладнуються відповідно до вимог безпеки, виступні кінці арматури

огороджуються або захищаються ковпачками. Заготівля та укрупнювальне складання каркасів виконуються на спеціально відведених майданчиках з дотриманням вимог до розміщення обладнання.

Опалубні роботи виконуються із застосуванням справної інвентарної опалубки; підмости та помости для бетонування мають огороження. Подавання бетонної суміші автобетононасосом потребує контролю за станом бетоноводу та дотримання безпечної зони біля його кінця. Під час ущільнення бетону глибинними вібраторами працівники застосовують засоби захисту від вібрації та ураження струмом (вібратори з безпечною напругою або надійним заземленням, регламентовані перерви в роботі). Розпалублення виконується лише після набирання бетоном відповідної міцності та з дотриманням послідовності, що виключає падіння елементів опалубки.

Зварювальні роботи (з'єднання арматурних каркасів, монтажні з'єднання) виконуються електрозварниками, які пройшли відповідне навчання. Робочі місця зварників обладнуються із дотриманням вимог електро- та пожежної безпеки: справне обладнання з надійним заземленням, захист від бризок металу, наявність первинних засобів пожежогасіння, захисні щитки та спецодяг. У зоні зварювання усуваються горючі матеріали; зварювання на висоті виконується із застосуванням засобів захисту від падіння та з огороженням робочої зони знизу для запобігання потраплянню іскор на людей і матеріали.

5.6. Заходи безпеки під час монтажних і вантажопідіймальних робіт

Монтаж сталевих ферм покриття та інші вантажопідіймальні роботи належать до робіт підвищеної небезпеки. До керування краном і стропування вантажів допускаються особи, які пройшли спеціальне навчання та мають відповідне посвідчення. Перед початком робіт перевіряється справність крана, вантажозахоплювальних пристроїв і такелажного оснащення. Маса вантажу, що піднімається, не повинна перевищувати вантажопідйомності крана на відповідному вильоті стріли.

Навколо зони роботи крана встановлюється небезпечна зона, межі якої позначаються; перебування людей під вантажем, що піднімається або переміщується, забороняється. Не допускається підймання заземлених або примерзлих вантажів, а також перебування людей на елементах, що монтуються. Змонтовані ферми негайно розкріплюються тимчасовими зв'язками до встановлення постійних елементів жорсткості. Роботи припиняються за швидкості вітру, що перевищує допустиму для роботи крана, а також за грози, ожеледі та недостатньої видимості.

Перед підйманням кожного нового типу вантажу перевіряється відповідність схеми стропування; застосовуються інвентарні стропа та траверси з маркуванням вантажопідйомності. Зв'язок між машиністом крана та стропальником здійснюється за встановленою системою сигналів або через сигнальника. Переміщення вантажу над робочими місцями та проходами не допускається; вантаж опускається на заздалегідь підготовлені місця з підкладками. Після завершення робіт кран приводиться в неробоче положення, а вантажозахоплювальні пристрої знімаються та зберігаються у відведених місцях.

Окремо регламентується робота кранів поблизу ліній електропередачі та в умовах обмеженого простору: визначаються безпечні відстані, за потреби лінії знеструмлюються або вживаються додаткові організаційні заходи. Щозміни перевіряється стан кранових колій (для рейкових кранів) та виносних опор, а результати оглядів фіксуються у відповідних журналах.

5.7. Безпека робіт на висоті

До робіт на висоті належать роботи, що виконуються на висоті понад нормативну від поверхні землі або перекриття, за яких існує ризик падіння працівника. Такими є монтаж конструкцій покриття, влаштування покрівлі, монтаж вітражів та частина оздоблювальних робіт. Робочі місця на висоті обладнуються риштуваннями, помостами та драбинами заводського виготовлення з огороженнями встановленої висоти.

За неможливості влаштування огорожень працівники застосовують запобіжні пояси (страхувальні системи), що закріплюються за надійні елементи конструкцій. Прорізи в перекриттях та інші небезпечні отвори закриваються суцільними настилами або огорожуються. Працівники, зайняті на висотних роботах, проходять відповідне навчання та медичний огляд; роботи на висоті за несприятливих погодних умов (сильний вітер, ожеледь, гроза) припиняються.

Риштування та помости перед використанням приймаються в експлуатацію з оформленням акта; їх несуча здатність відповідає очікуванім навантаженням, а настили мають суцільне покриття без щілин. Підйом і спуск працівників здійснюються сходами риштувань; забороняється перевантаження настилів матеріалами понад розрахункову величину. Стан риштувань, драбин та запобіжних поясів періодично контролюється, а несправні засоби виводяться з експлуатації. Зони можливого падіння предметів з висоти огорожуються та позначаються попереджувальними знаками.

5.8. Мікроклімат і вентиляція виробничих приміщень

У приміщеннях терміналу під час експлуатації мають забезпечуватися нормовані параметри мікроклімату (температура, відносна вологість і швидкість руху повітря) залежно від категорії робіт. Підтримання параметрів мікроклімату та необхідної чистоти повітря забезпечується системами опалення, вентиляції та кондиціонування. Для приміщень з постійним перебуванням людей передбачається механічна припливно-витяжна вентиляція.

Необхідний повітрообмін для адміністративного приміщення визначається за нормою подавання зовнішнього повітря на одну особу. Для приміщення, розрахованого на 15 осіб, за норми $L_n = 40 \text{ м}^3/\text{год}$ на особу необхідна продуктивність вентиляції:

$$L = N \cdot L_n = 15 \cdot 40 = 600 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Для приміщення площею 50 м^2 заввишки $3,3 \text{ м}$ (об'єм $V = 165 \text{ м}^3$) кратність повітрообміну становить:

$$n = L / V = 600 / 165 \approx 3,6 \text{ 1/год}.$$

Отримана кратність повітрообміну є прийнятною для приміщень такого призначення; приймається механічна припливно-витяжна вентиляція з відповідною продуктивністю та підігрівом припливного повітря в холодний період року.

У теплий період року для підтримання комфортних параметрів повітря в приміщеннях з масовим перебуванням людей передбачається кондиціонування. Системи вентиляції та кондиціонування проєктуються з урахуванням теплових надходжень від людей, обладнання та сонячної радіації через світлопрозорі огороження. Забір зовнішнього повітря організовується з чистих зон, а видалення відпрацьованого повітря виконується відповідно до санітарних вимог.

5.9. Виробниче освітлення приміщень терміналу

Раціональне освітлення робочих місць є важливою умовою безпеки та продуктивності праці. У приміщеннях терміналу передбачається природне (бічне — через світлопрозорі вітражні огороження), штучне та суміщене освітлення. Природне освітлення характеризується коефіцієнтом природної освітленості (КПО), нормоване значення якого приймається залежно від розряду зорової роботи та системи освітлення.

Розрахунок штучного освітлення приміщення виконано методом коефіцієнта використання світлового потоку. Необхідна кількість світильників визначається за формулою:

$$N = (E_n \cdot S \cdot k \cdot z) / (\Phi_{\text{л}} \cdot \eta),$$

де $E_n = 300$ лк — нормована освітленість; $S = 50$ м² — площа приміщення; $k = 1,5$ — коефіцієнт запасу; $z = 1,15$ — коефіцієнт нерівномірності освітлення; $\Phi_{\text{л}} = 6\,000$ лм — світловий потік одного світильника; $\eta = 0,5$ — коефіцієнт використання світлового потоку (за індексом приміщення та коефіцієнтами відбиття поверхонь). Тоді:

$$N = (300 \cdot 50 \cdot 1,5 \cdot 1,15) / (6\,000 \cdot 0,5) \approx 9 \text{ світильників.}$$

Площа світлових прорізів для бічного природного освітлення визначається за нормованим значенням КПО. За формулою світлотехнічного розрахунку для приміщення площею підлоги $S_{п} = 50 \text{ м}^2$ (нормоване КПО $e_n = 1,5 \%$, світлова характеристика вікон $\eta_0 = 15$, коефіцієнт запасу $K_3 = 1,2$, загальний коефіцієнт світлопропускання $\tau_0 = 0,5$, коефіцієнт $r_1 = 1,5$):

$$S_{в} = S_{п} \cdot (e_n \cdot \eta_0 \cdot K_3) / (100 \cdot \tau_0 \cdot r_1) = 50 \cdot (1,5 \cdot 15 \cdot 1,2) / (100 \cdot 0,5 \cdot 1,5) = 18 \text{ м}^2.$$

Необхідна площа світлових прорізів становить близько 18 м^2 , що повністю забезпечується розвиненими світлопрозорими вітражними огороженнями будівлі терміналу.

Приймаємо 9 світлодіодних світильників, рівномірно розміщених по площі приміщення. У приміщеннях з масовим перебуванням людей передбачається також аварійне та евакуаційне освітлення, що забезпечує безпечну евакуацію в разі вимкнення робочого освітлення.

5.10. Електробезпека на будівельному майданчику

Електробезпека забезпечується відповідно до вимог Правил улаштування електроустановок (ПУЕ) та нормативних актів з охорони праці під час експлуатації електроустановок. Основними технічними засобами захисту від ураження електричним струмом є захисне заземлення, занулення, захисне вимкнення (пристрої захисного вимкнення — ПЗВ), застосування зниженої (безпечної) напруги для переносного інструменту та світильників у місцях підвищеної небезпеки, ізоляція струмовідних частин та огороження електроустановок.

Усі металеві неструмовідні частини електрообладнання, що можуть опинитися під напругою внаслідок пошкодження ізоляції, підлягають заземленню або зануленню. Тимчасові електромережі майданчика виконуються кабелями у захищеному виконанні; з'єднання та підключення виконуються лише електротехнічним персоналом відповідної кваліфікації. Переносні світильники та електроінструмент у вологих умовах живляться зниженою

напругою. Для будівельного майданчика влаштовується контурне захисне заземлення, розрахунок якого наведено в підрозділі 5.11.

Освітлення робочих місць у приміщеннях з підвищеною та особливою небезпекою виконується світильниками на знижену напругу. Розподільчі щити, рубильники та інше комутаційне обладнання захищаються від доступу сторонніх осіб і від вологи. Перед початком робіт перевіряється справність ізоляції та заземлення електрообладнання. Електротехнічний персонал має відповідну групу з електробезпеки та забезпечується діелектричними засобами захисту (рукавиці, килимки, інструмент з ізольованими ручками).

5.11. Розрахунок захисного заземлення

Метою розрахунку є визначення кількості вертикальних електродів заземлювального пристрою, що забезпечує нормований опір розтіканню струму. Для електроустановок напругою до 1000 В з глухозаземленою нейтраллю нормований опір заземлювального пристрою становить $R_{\text{доп}} = 4$ Ом.

Вихідні дані: ґрунт — суглинок із питомим опором $\rho = 100$ Ом·м; вертикальні електроди — сталеві стрижні діаметром $d = 0,05$ м, довжиною $l = 3$ м; глибина закладання верхнього кінця $t_0 = 0,7$ м; відстань від поверхні до середини електрода $t = t_0 + l/2 = 2,2$ м. Розрахунковий питомий опір ґрунту з урахуванням кліматичного коефіцієнта $\psi = 1,5$:

$$\rho_{\text{розр}} = \rho \cdot \psi = 100 \cdot 1,5 = 150 \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

Опір розтіканню струму одиночного вертикального електрода:

$$R_{\text{в}} = (\rho_{\text{розр}} / (2\pi \cdot l)) \cdot [\ln(2l/d) + 0,5 \cdot \ln((4t+l)/(4t-l))];$$

$$R_{\text{в}} = (150 / (2 \cdot 3,14 \cdot 3)) \cdot [\ln(120) + 0,5 \cdot \ln(11,8/5,8)] = 7,96 \cdot 5,14 \approx 40,9 \text{ Ом}.$$

Орієнтовна кількість вертикальних електродів з урахуванням коефіцієнта використання $\eta_{\text{в}} = 0,6$:

$$n = R_{\text{в}} / (R_{\text{доп}} \cdot \eta_{\text{в}}) = 40,9 / (4 \cdot 0,6) \approx 17 \text{ шт.}$$

Електроди розміщуються по контуру та з'єднуються горизонтальним сталевим смуговим заземлювачем перерізом 40×4 мм завдовжки близько 48 м.

Опір горизонтального заземлювача становить $R_{\Gamma} \approx 13,9$ Ом. Загальний опір заземлювального пристрою з урахуванням коефіцієнтів використання вертикальних ($\eta_v = 0,6$) та горизонтального ($\eta_{\Gamma} = 0,4$) заземлювачів:

$$R_{\text{заг}} = 1/(n \cdot \eta_v / R_v + \eta_{\Gamma} / R_{\Gamma}) = 1/(17 \cdot 0,6 / 40,9 + 0,4 / 13,9) \approx 3,6 \text{ Ом.}$$

Отриманий загальний опір заземлювального пристрою $R_{\text{заг}} = 3,6 \text{ Ом} < R_{\text{доп}} = 4 \text{ Ом}$, отже прийнятий заземлювальний пристрій (17 вертикальних електродів і горизонтальна сполучна смуга) задовольняє вимоги електробезпеки.

5.12. Розрахунок освітлення будівельного майданчика

Для забезпечення безпечного виконання робіт у темну пору доби та за недостатньої природної освітленості будівельний майданчик обладнується штучним освітленням. Загальне освітлення території виконується прожекторами, встановленими на щоглах. Розрахунок кількості прожекторів виконано методом питомої потужності.

Вихідні дані: освітлювана площа майданчика $S = 8\,000 \text{ м}^2$; нормована освітленість $E_n = 2 \text{ лк}$; коефіцієнт запасу $k = 1,5$; питома потужність $w = 0,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{лк})$; прожектори типу ПКН з лампою потужністю $P_{\text{л}} = 1\,000 \text{ Вт}$.
Необхідна кількість прожекторів:

$$N = (E_n \cdot k \cdot S \cdot w) / P_{\text{л}} = (2 \cdot 1,5 \cdot 8000 \cdot 0,3) / 1000 = 7,2 \approx 8 \text{ шт.}$$

Приймаємо 8 прожекторів, які розміщуються на щоглах по периметру майданчика так, щоб забезпечити рівномірне освітлення робочих зон і проходів та виключити засліплення працівників. Робочі місця з підвищеними вимогами до освітленості обладнуються додатковим місцевим освітленням.

5.13. Блискавкозахист будівлі

Будівля терміналу обладнується системою блискавкозахисту для запобігання ураженню прямим ударом блискавки, занесенню високих потенціалів та вторинним проявам. З огляду на значні розміри будівлі в плані основним рішенням є влаштування на покрівлі блискавкоприймальної сітки з

нормованим кроком комірок, приєднаної струмовідводами до заземлювального пристрою; за блискавкоприймачі можуть слугувати також металеві елементи покриття.

Для ілюстрації методики наведено розрахунок зони захисту одиночного стрижневого блискавковідводу (для захисту піднесених елементів на покрівлі — антен, вентиляційних установок). За зони захисту типу Б для блискавковідводу заввишки $h = 20$ м:

$$h_0 = 0,92 \cdot h = 18,4 \text{ м}; \quad r_0 = 1,5 \cdot h = 30 \text{ м};$$

$$r_x = 1,5 \cdot (h - h_x/0,92) = 1,5 \cdot (20 - 15/0,92) \approx 5,6 \text{ м (на висоті } h_x = 15 \text{ м)}.$$

Отже, одиночний стрижневий блискавковідвід заввишки 20 м захищає на рівні покрівлі (15 м) зону радіусом близько 5,6 м. Оскільки розміри будівлі значно перевищують зону захисту одиночного блискавковідводу, для надійного захисту всієї будівлі застосовується блискавкоприймальна сітка по всій площі покрівлі з приєднанням до контуру заземлення.

5.14. Пожежна безпека. Розрахунок первинних засобів пожежогасіння

Пожежна безпека забезпечується відповідно до вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва» та правил пожежної безпеки. Будівля терміналу належить до громадських будівель; прийнято II ступінь вогнестійкості. Об'ємно-планувальними рішеннями передбачено шляхи евакуації необхідної ширини та протяжності, евакуаційні виходи, а також поділ на протипожежні відсіки за потреби.

На період будівництва та експлуатації передбачаються первинні засоби пожежогасіння. Кількість порошкових вогнегасників визначається з нормативу — один вогнегасник на кожні 200 м² площі. Для типового поверху площею близько 2 592 м²:

$$N = 2592/200 \approx 13 \text{ вогнегасників на поверх.}$$

Приймаємо порошкові вогнегасники типу ВП-5 з рівномірним розміщенням по поверху; у приміщеннях електрощитових та серверних додатково встановлюються вуглекислотні вогнегасники. Для внутрішнього

пожежогасіння передбачено внутрішній протипожежний водопровід із пожежними кранами; розрахункова витрата води на внутрішнє пожежогасіння для будівлі такого об'єму становить два струмені по 2,5 л/с, тобто 5 л/с. Зовнішнє пожежогасіння забезпечується від мережі протипожежного водопроводу з пожежними гідрантами. Будівля обладнується системами автоматичної пожежної сигналізації та оповіщення про пожежу і керування евакуацією.

Конструктивними та об'ємно-планувальними рішеннями забезпечується нерозповсюдження пожежі: застосування матеріалів і конструкцій з нормованими показниками вогнестійкості та горючості, влаштування протипожежних перешкод, захист сталевих конструкцій покриття вогнезахисними покриттями до необхідної межі вогнестійкості. Передбачаються під'їзди для пожежних автомобілів з боків будівлі та джерела зовнішнього протипожежного водопостачання. Системи протидимного захисту забезпечують видалення диму зі шляхів евакуації під час пожежі.

5.15. Засоби індивідуального захисту та санітарно-побутове забезпечення

Працівники забезпечуються засобами індивідуального захисту (ЗІЗ) відповідно до виконуваних робіт: захисні каски, спецодяг і спецвзуття, захисні рукавиці, захисні окуляри та щитки (для зварювальних і шліфувальних робіт), респіратори (для запилених робіт), засоби захисту органів слуху, запобіжні пояси (для робіт на висоті). Засоби колективного захисту включають огороження небезпечних зон, захисні настили, риштування з огороженнями, сигналізацію та знаки безпеки.

Санітарно-побутове забезпечення передбачає влаштування на майданчику інвентарних побутових приміщень (гардеробних, душових, умивалень, приміщень для приймання їжі та обігріву, сушарень, санвузлів), розрахунок площ яких виконано в організаційно-технологічному розділі. Працівники забезпечуються питною водою; організовується раціональний режим праці та відпочинку з урахуванням характеру робіт і метеорологічних умов.

Видача ЗІЗ працівникам здійснюється за встановленими нормами залежно від професії та умов праці, з веденням обліку видачі. Працівники зобов'язані правильно застосовувати засоби захисту та доглядати за ними; несправні або такі, що втратили захисні властивості, ЗІЗ своєчасно замінюються. Контроль за наявністю та правильним застосуванням засобів захисту покладається на керівників робіт.

5.16. Дії у надзвичайних ситуаціях. Евакуація

Будівля терміналу як об'єкт з масовим перебуванням людей потребує особливої уваги до готовності до дій у надзвичайних ситуаціях (пожежа, задимлення, інші загрози). Для своєчасного інформування людей будівля обладнується системою оповіщення про надзвичайну ситуацію та керування евакуацією, а також планами евакуації, розміщеними на видимих місцях.

Шляхи евакуації та евакуаційні виходи проєктуються відповідно до нормативної кількості людей, що перебувають у будівлі, із забезпеченням необхідної ширини проходів, дверей і сходів та граничної протяжності шляхів евакуації. Евакуаційне освітлення забезпечує безпечний рух людей у разі вимкнення основного освітлення. Персонал терміналу проходить навчання та тренування з дій у надзвичайних ситуаціях, що підвищує готовність до організованої та безпечної евакуації відвідувачів.

Орієнтовний розрахунок сумарної ширини евакуаційних виходів з поверху виконується за нормативною пропускною здатністю. Для розрахункової кількості людей $N = 500$ осіб за нормою 0,6 м ширини виходу на кожні 100 осіб:

$$B = (N/100) \cdot 0,6 = (500/100) \cdot 0,6 = 3,0 \text{ м.}$$

Необхідна сумарна ширина евакуаційних виходів 3,0 м забезпечується кількома виходами завширшки не менше 1,2 м кожен. За такої кількості та ширини виходів розрахунковий час евакуації не перевищує необхідного (допустимого) часу, що підтверджує достатність прийнятих об'ємно-планувальних рішень.

Будівля обладнується системою протипожежного захисту, інтегрованою із системою оповіщення; передбачаються технічні рішення для безпечної евакуації, зокрема захищені від задимлення шляхи евакуації. Регулярно проводяться перевірки працездатності систем безпеки та практичні тренування персоналу. Особлива увага приділяється безперешкодній евакуації осіб з обмеженими можливостями пересування, для яких передбачаються пожежобезпечні зони та відповідні технічні засоби.

5.17. Охорона навколишнього середовища. Загальні положення

Охорона навколишнього природного середовища під час будівництва та експлуатації об'єкта здійснюється відповідно до Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» та інших природоохоронних нормативних актів. Для об'єктів, що можуть впливати на довкілля, передбачено процедуру оцінки впливу на довкілля (ОВД), за результатами якої визначаються природоохоронні заходи. Основними напрямками природоохоронної діяльності є охорона атмосферного повітря, водних ресурсів і ґрунтів, раціональне поводження з відходами та зниження шумового впливу.

Будівельний майданчик аеропортового терміналу розташований поза межами щільної житлової забудови, що зменшує вплив будівництва на населення. Водночас близькість до природних ландшафтів Закарпаття зумовлює потребу в ретельному дотриманні природоохоронних вимог як на період будівництва, так і під час експлуатації об'єкта. Природоохоронні заходи передбачаються на всіх стадіях життєвого циклу будівлі.

Під час будівництва та експлуатації передбачається екологічний моніторинг — спостереження за станом атмосферного повітря, поверхневих і ґрунтових вод, рівнем шуму та поводженням з відходами. У разі виявлення перевищень установлених нормативів вживаються коригувальні заходи. Реалізація природоохоронних рішень контролюється відповідальними особами та фіксується у відповідній документації, що забезпечує дотримання вимог екологічного законодавства.

5.18. Заходи з охорони атмосферного повітря, водних ресурсів та ґрунтів

Охорона атмосферного повітря. Під час будівництва основними джерелами забруднення повітря є викиди двигунів будівельної техніки й транспорту, пилоутворення під час земляних і вантажно-розвантажувальних робіт, зварювальні роботи. Для зниження впливу передбачається підтримання техніки у справному стані, обмеження часу роботи двигунів на холостому ходу, зрошування ґрунту та доріг водою для зменшення запилення, влаштування твердого покриття тимчасових доріг.

Охорона водних ресурсів. Для запобігання забрудненню водних об'єктів організовується відведення та очищення поверхневих (дощових) стоків з майданчика, влаштовуються мийки коліс автотранспорту на виїзді з майданчика, забезпечується герметичне зберігання паливно-мастильних матеріалів та виключається їх потрапляння у ґрунт і водойми. Господарсько-побутові стоки відводяться до каналізації або накопичувальних ємностей з подальшим вивезенням на очисні споруди.

Охорона та раціональне використання ґрунтів. Перед початком земляних робіт родючий шар ґрунту знімається та складається окремо для подальшого використання під час благоустрою й рекультивації території. Не допускається засмічення території будівельними відходами та проливання паливно-мастильних матеріалів. Після завершення будівництва порушені ділянки рекультивуються та озеленюються.

Орієнтовний валовий викид забруднюючих речовин від будівельної техніки визначається за витратою палива та питомими показниками викидів. За орієнтовної витрати дизельного палива за період будівництва $B \approx 60$ т і питомого викиду оксиду вуглецю $q_{CO} \approx 0,1$ т на 1 т палива валовий викид становить:

$$M_{CO} = B \cdot q_{CO} = 60 \cdot 0,1 = 6,0 \text{ т за період будівництва.}$$

Цей викид має тимчасовий характер і розосереджений у часі на весь період будівництва; з урахуванням заходів зі зниження впливу (справна техніка, обмеження роботи двигунів на холостому ходу) він не призводить до

перевищення гранично допустимих концентрацій у межах майданчика та прилеглої території.

Під час експлуатації терміналу зниження впливу на довкілля забезпечується енергоефективними рішеннями будівлі (утеплення огорожувальних конструкцій, енергоощадне інженерне обладнання), що зменшує споживання енергоресурсів і відповідні непрямі викиди. Належна експлуатація систем водопостачання та каналізації, роздільне збирання відходів та озеленення прилеглої території сприяють підтриманню сприятливого стану навколишнього середовища.

Якість поверхневих стоків перед скиданням контролюється; за потреби влаштовуються локальні очисні споруди (відстійники, нафтовловлювачі) для затримання завислих речовин і нафтопродуктів, що запобігає забрудненню прилеглих водних об'єктів і ґрунтів.

5.19. Поводження з відходами та захист від шуму

Поводження з відходами. Будівельні відходи (залишки бетону, металу, деревини, пакування) збираються роздільно у спеціально відведених місцях і своєчасно вивозяться на полігони або передаються на перероблення. Придатні матеріали (металобрухт, частина деревини) спрямовуються на повторне використання, що зменшує обсяг відходів та навантаження на довкілля. Небезпечні відходи зберігаються та утилізуються відповідно до встановлених вимог.

Захист від шуму. Джерелами шуму на майданчику є будівельні машини, механізований інструмент і транспорт. Для зниження шумового впливу передбачається використання справної техніки із засобами шумоглушення, обмеження роботи гучних механізмів у нічний час, раціональне розміщення джерел шуму на майданчику. Під час експлуатації терміналу заходи із захисту від шуму забезпечуються об'ємно-планувальними та конструктивними рішеннями будівлі (звукоізоляція огорожувальних конструкцій, світлопрозорі конструкції з підвищеними звукоізоляційними характеристиками).

Обсяги будівельних відходів мінімізуються раціональним розкромом матеріалів, повторним використанням опалубки та зворотним використанням вийнятого ґрунту для зворотної засипки й планування. Майданчики тимчасового зберігання відходів обладнуються твердим покриттям і захистом від розмивання. Вивезення відходів здійснюється спеціалізованими організаціями за договорами; ведеться облік утворення та передавання відходів.

5.20. Висновки до розділу

У розділі проаналізовано умови праці під час зведення та експлуатації будівлі вантажного терміналу, виявлено основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори й розроблено комплекс організаційних та інженерно-технічних заходів щодо забезпечення безпеки працівників за всіма основними видами робіт. Виконано інженерні розрахунки: захисного заземлення (загальний опір $3,6 \text{ Ом} < 4 \text{ Ом}$), повітрообміну виробничого приміщення, штучного освітлення приміщення та будівельного майданчика, зони захисту блискавковідводу, а також визначено потребу в первинних засобах пожежогасіння.

Розроблено також заходи з охорони навколишнього середовища, що охоплюють охорону атмосферного повітря, водних ресурсів і ґрунтів, раціональне поводження з відходами та захист від шуму на період будівництва й експлуатації об'єкта. Запропоновані рішення забезпечують безпечні та здорові умови праці й мінімізацію негативного впливу на довкілля, що відповідає вимогам чинного законодавства та будівельних норм.

Загалом запропоновані в розділі рішення з охорони праці та охорони навколишнього середовища мають комплексний характер і охоплюють усі стадії — від підготовки будівельного майданчика до експлуатації об'єкта. Дотримання розроблених заходів забезпечує зниження виробничого травматизму, створення належних санітарно-гігієнічних умов праці та збереження якості довкілля.

Виконані розрахунки та запропоновані технічні рішення відповідають вимогам чинних нормативних документів і можуть бути використані під час

розроблення проєкту виконання робіт та організації експлуатації будівлі вантажного терміналу.

Література

1. Василенко Л. Основи безпеки життєдіяльності. - Харків, 2002.
2. Верюжский Ю.В., Колчунов В.И., Барабаш М.С., Гензерский Ю.В. Компьютерные технологии проектирования железобетонных конструкций. – К.: Кн. изд-во НАУ, 2006. – 805 с.
3. ДБН А.3.1-5-2009. Організація будівельного виробництва.
4. ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві.
5. ДБН В.1.1-25-2009. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Інженерний захист територій та споруд від підтоплення і затоплення.
6. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. – К.: Мінбуд України, 2006. – 72 с.
7. ДБН В.1.1-7-2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва.
8. ДБН В.1.2-1-95 Положення про розслідування причин аварій (обвалень) будівель, споруд, їх частин та конструктивних елементів.
9. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд. Зміна 1.
10. [ДБН В.2.2-9-2009](#). Державні будівельні норми України. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009.
11. [ДСТУ Б Д.2.2-48:2012 Вказівки щодо застосування ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи](#)
12. ДСТУ Б Д.2.2-1:2012 Земляні роботи.
13. ДСТУ Б Д.2.2-6:2012 Бетонні та залізобетонні конструкції монолітні
14. ДСТУ Б Д.2.2-8:2012 Конструкції з цегли та блоків
15. ДСТУ Б Д.2.2-12:2012 Підлоги
16. ДСТУ Б Д.2.2-12:2012 Покрівлі
17. ДСТУ Б Д.2.2-13:2012 Захист будівельних конструкцій та устаткування від корозії
18. ДСТУ Б Д.2.2-15:2012 Оздоблювальні роботи
19. ДСТУ Б Д.2.2-26:2012 Теплоізоляційні роботи

20. ДБН В.2.2-24-2009. Будинки споруди. Проектування висотних житлових і громадських будинків.
21. ДБН В.2.2-4-97. Будинки і споруди. Будинки та споруди дитячих дошкільних закладів.
22. ДБН В.2.2-4-97. Зміна №1. Будинки і споруди. Будинки та споруди дитячих дошкільних закладів (Набуття чинності з 1 квітня 2005 р).
23. ДБН В.2.2-4-97. Зміна №2. Будинки і споруди. Будинки та споруди дитячих дошкільних закладів— Київ Мінрегіонбуд України, 2008. – 10с.
24. ДБН В.1.1-7-2002 Захист від пожежі Пожежна безпека об'єктів будівництва.
25. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення.
26. ДБН В.2.5-64-2012. Державні будівельні норми України. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво.
27. ДБН В.2.6-163:2010. Конструкції будівель та споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу.
28. ДБН В.2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель. Норми проектування. – К.: Мінбуд України, 2006. – 73 с.
29. ДБН В.2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель. Зміна №1. 2013.
30. Дипломне проектування. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» до дипломного проекту студентів спеціальності 7.06010101 „Промислове та цивільне будівництво” денної та заочної форм навчання / О.А.Пахолук, С.В.Ротко. Луцьк: ЛНТУ, 2011. – 16 с.
31. ДСТУ Б А.3.1-22:2013 "Визначення тривалості будівництва об'єктів". Національний стандарт.
32. ДСТУ Б.В.2.6-145:2010. Захист бетонних і залізобетонних конструкцій від корозії.

33. ДСТУ Б В.2.5-38:2008 "Інженерне обладнання будинків і споруд. Улаштування блисковкозахисту будівель і споруд (ІЕС 62305: 2006, NEQ)".
34. ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 Правила визначення вартості будівництва
35. ДСТУ Б Д.2.2-1/47:2012 Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи.
36. [ДСТУ Б Д.2.2-48:2012 Вказівки щодо застосування ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи](#)
37. [ДСТУ Б Д.2.2-49:2012 Бетонні та залізобетонні конструкції монолітні](#)
38. ДСТУ Б Д.2.4-1/21:2012 Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно-будівельні роботи.
39. ДСТУ Б Д.2.7-1:2012 Ресурсні кошторисні норми експлуатації будівельних машин та механізмів
40. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 – Будівельна кліматологія.
41. ДСТУ-Н Б Д.1.1-2:2013 Настанова щодо визначення прямих витрат у вартості будівництва.
42. ДСТУ-Н Б Д.1.1-3:2013 Настанова щодо визначення загальновиробничих і адміністративних витрат та прибутку у вартості будівництва
43. Жидецький В. Ц., Джигирей В. С, Мельников О. В. Основи охорони праці. Підручник. - Вид. 5-те, доповнене. - Львів: Афіша, 2000. - 350 с.
44. Закон України "Про аварійно-рятувальні служби", ВРУ, № 1281-XІУ, 1999 р., Київ.
45. Закон України "Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру", УПУ № 1809 -ІІІ, 2000 р.
46. Закон України «Про охорону праці».
47. Залізобетонні конструкції: Підручник /А.Я. Барашиков, Л.М. Буднікова, Л.В. Кузнецов та ін.; За ред. А.Я. Барашикова.- К.: Вища шк., 1995. - 591с.:іл.
48. Ізоляційні роботи в будівництві: Навчальний посібник / За редакцією

- д.т. н., професора Лівінського О.М. – К.: 2010. – 206 с.
49. Кислюк Д.Я. Конструкції з дерева і пластмас. Методичні вказівки до виконання курсового проекту для студентів спеціальності 7.06010101 “Промислове та цивільне будівництво” денної та заочної форм навчання. - Луцьк: ЛНТУ, 2013. – 16 с.
50. Маліков В.В. Технологія будівельного виробництва. Методичні вказівки до курсового проектування на тему: “Оформлення технологічних карт” для студентів напрямку “Будівництво” денної та заочної форм навчання. – Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2012.- 20с.
51. Мандриков А.П. Примеры расчета металлических конструкций. - М.: Стройиздат, 1991. - 440с.
52. Методичні вказівки до виконання магістерської роботи для студентів спеціальності 8.06010101 – "Промислове та цивільне будівництво" денної та заочної форм навчання / уклад. О.А.Ужегова, С.В.Ротко. – Луцьк: Луцький НТУ, 2016. – 112 с.
53. [Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 01 серпня 2013 року № 678](#) «Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Влаштування, обладнання, утримання дошкільних навчальних закладів та організації життєдіяльності дітей»
54. Основи автоматизованого проектування у будівництві. Методичні вказівки до курсового проектування для студентів спеціальності 7.092101 - “Промислове та цивільне будівництво” денної і заочної форм навчання / Ротко С.В., Ужегова О.А. – Луцьк: ЛНТУ, 2012. – 106 с.
55. Технологія будівельного виробництва. Методичні вказівки до курсового проектування на тему: “Технологія виконання земляних робіт” для студентів денної та заочної форм навчання, що навчаються за напрямком “Будівництво”/ В.В.Маліков, Б.А.Боярчук. - Луцьк: ЛДТУ, 2003. – 40 с.
56. Технологія будівельного виробництва: Підручник / В. К. Черненко, М. Г. Ярмоленко, Г. М. Батура та ін.; За ред. В. К. Черненка, М. Г. Ярмоленка. – К.: Вища шк., 2002. – 430с.

- 57.С.В.Ротко, О.А.Ужегова, І.В.Задорожнікова. Розрахунок кам'яних і армокам'яних конструкцій: Навчальний посібник / За редакцією д.т.н., проф. Барашикова А.Я. – Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2010. – 355 с.
58. Сунак О.П., Сунак П.О., Ужегова О.А. Проектування залізобетонних конструкцій багатоповерхової каркасної будівлі. Методичні вказівки до курсового та дипломного проектування для студентів напряму “Будівництво”. – Луцьк: ЛНТУ, 2013.–146 с.
59. Ціноутворення у будівництві –збірник офіційних документів та роз'яснень. Київ: Мінрегіонбуд України.