

ЗМІСТ

1. Архітектурно-будівельний розділ	3
1.1 Комплексна експлуатаційно-технічна характеристика об'єкта проектування	3
1.2 Специфікація та регламент технологічних процесів	3
1.3 Архітектурно-планувальна організація території (Генеральний план)	4
1.4 Об'ємно-просторове та архітектурно-планувальне рішення об'єкта	5
1.5 Конструктивна схема та несуча система споруди	6
1.6 Аналітичний розрахунок параметрів інсоляції та природного світлового середовища	14
1.7 Теплофізичний розрахунок огорожувальних конструкцій	14
2. Розрахунково-конструктивний розділ	15
2.1 Інженерно-конструктивний розрахунок кроквяної фермової системи	15
2.2 Геометрична морфологія та просторові габарити ферми	16
2.3 Синтез та агрегація силових впливів на конструкцію	16
2.4 Алгоритм ідентифікації внутрішніх зусиль	18
2.5 Проектування параметрів армування стрижневих елементів	18
2.6 Оптимізація армування нижнього розтягнутого поясу	18
2.7 Розрахунок армування верхнього стиснутого поясу	18
2.8 Специфікація армування розкосів та вертикальних стійок	20
2.9 Конструктивна архітектоніка вузлових з'єднань (Опорний вузол)	21
2.10 Конструктивна архітектоніка проміжних вузлів	22
3. Техніко-економічний розділ	24
3.1 Системні підходи до комплексної механізації будівельно-монтажного циклу	24
3.2 Аналітичний алгоритм синтезу експлуатаційних параметрів вантажопідіймального устаткування	24
3.3 Комплексний фінансово-аналітичний аудит варіантів механізації	27
3.4 Логістичний інжиніринг та селекція транспортної інфраструктури	28
4. Розділ технології будівництва	29
4.1 Організаційно-технологічна карта на виконання будівельно-монтажних процесів по зведенню будівлі	29
4.2 Аналітична квантифікація обсягів будівельно-монтажних процесів	30
4.3 Комплексне визначення потреби в матеріально-технічних ресурсах, префабрикатах та індустріальних виробках	31
4.4 Консолідована ресурсна матриця розрахункової потреби в матеріально-технічних компонентах, технологічних префабрикатах та збірних індустріальних конструкціях	34
4.5 Аналітична калькуляція фонду трудовитрат та фінансово-економічних асигнувань	35
4.6 Інженерна селекція та комплектація технологічного монтажного оснащення	41
4.7 Організаційно-технологічний регламент просторової інтеграції префабрикованих залізобетонних систем	44
4.8 Комплексний аудит та багаторівневий кваліметричний моніторинг будівельного виробництва	47
4.9 Комплексний інжиніринг охорони праці та техногенної безпеки будівельно-монтажного виробництва	48
5. Розділ організації будівництва	52
5.1 Аналітична квантифікація та експлікація фізичних обсягів будівельно-монтажних процесів	52

5.2 Аналітичний синтез та кваліметрична оцінка техніко-економічних індикаторів мережевої моделі	64
5.3 Комплексне кошторисно-аналітичне моделювання виробничих витрат.....	65
5.4 Інженерно-аналітичний розрахунок інфраструктурної потреби в тимчасових адміністративно-господарських та санітарно-побутових комплексах.....	70
5.5 Інженерно-гідравлічний розрахунок та параметризація тимчасових мереж водопостачання об'єкта.....	72
5.6 Електротехнічний інжиніринг та енергетичне моделювання тимчасових мереж електропостачання.....	73
5.7 Просторова параметризація та логістичний інжиніринг приоб'єктних складських терміналів	77
5.8 Просторово-логістичне моделювання будівельного генерального плану (БГП).....	80
5.9 Оцінка техніко-економічної ефективності та інтегральних індикаторів будівельного генерального плану	82
5.10 Комплексна система інжинірингу безпеки праці та техногенно-екологічної профілактики будівельно-монтажного виробництва.....	82
Список використаних джерел	86

1. Архітектурно-будівельний розділ

1.1 Комплексна експлуатаційно-технічна характеристика об'єкта проектування

Об'єктом архітектурно-будівельного проектування виступає спеціалізована індустріальна споруда – формувальний цех заводу залізобетонних виробів (ЗБВ). У ракурсі досліджуваного аспекту будівельної механіки, конструктивний тип об'єкта ідентифікується як повнокаркасна система, базовим несучим кістяком якої є збірний залізобетонний каркас.

Відповідно до нормативної класифікації та ідентифікації ризиків, об'єкт належить до другого класу наслідків (відповідальності два). Критеріальні показники надійності детермінують ступінь довговічності та ступінь вогнестійкості на другому рівні, що цілком корелює з імперативними вимогами до промислових будівель даної категорії.

Територіальна локалізація майданчика будівництва закріплена за містом Суми, що, виходячи з умов забезпечення теплотехнічної сумісності огорожувальних конструкцій, відповідає другому кліматичному району згідно з чинним фізико-географічним районуванням.

1.2 Специфікація та регламент технологічних процесів

У межах проектного формувального цеху реалізується багатостадійний технологічний цикл виробництва префабрикованих залізобетонних конструкцій. Практична цінність індустріального залізобетону полягає в радикальній оптимізації процесів зведення капітальних споруд шляхом інтеграції елементів повної заводської готовності. Технологічний алгоритм базується на формуванні виробів методом високоточного лиття бетонних сумішей у спеціалізовані матриці (форми) з подальшою інтенсифікацією процесів гідратації та твердіння бетону в жорстко контрольованих термовологісних умовах. Згодом готові елементи підлягають транспортуванню на будівельні майданчики для безпосереднього монтажу.

Експлуатаційна перевага зазначеної індустріальної технології, у порівнянні з монолітним зведенням конструкцій безпосередньо на об'єкті, полягає в безпрецедентному підвищенні рівня інструментального контролю якості. Проектований цех забезпечує можливість проведення поопераційного моніторингу та дефектоскопії готових виробів у контрольованому середовищі на мінімальних висотних відмітках. Продуктова номенклатура,

що генерується даним технологічним комплексом, характеризується широкою варіативністю і включає конструктивні елементи фундаментів, стінові панелі, плити перекриттів та ригельно-балкові системи.

1.3 Архітектурно-планувальна організація території (Генеральний план)

Просторова організація земельної ділянки формувального цеху ЗБВ розроблена в суворій відповідності до регламентів ДБН. Інженерно-планувальне рішення генплану синтезовано з урахуванням жорстких санітарно-епідеміологічних та протипожежних нормативів, а також базується на принципах оптимізації технологічної логістики у взаємозв'язку із суміжними об'єктами промислового вузла.

Композиційне зонування території передбачає її чітку просторову диференціацію на дві базові функціональні субзони: передзаводську та безпосередньо виробничу.

Інфраструктурний комплекс передзаводської зони акумулює в собі об'єкти адміністративно-побутового призначення (корпус управління, пункт харчування робітників), а також спеціалізовані майданчики для тимчасової дислокації автомобільного транспорту.

На території виробничого кластера, окрім домінантної будівлі формувального цеху, передбачено розміщення інтегрованих інфраструктурних елементів: складських терміналів для зберігання готової продукції, ремонтно-механічних майстерень та інших допоміжних споруд.

Орієнтація споруди в просторі свідомо адаптована до переважаючого напрямку рози вітрів. Зазначений критерій забезпечує в теплий період року ініціювання ефективної природної аерації виробничих площ, а в зимовий сезон – гарантує аеродинамічне видалення снігових мас із міжклітарних зон покрівлі.

Фітомеліоративні заходи включають створення санітарно-захисних зелених насаджень: висадку листяних та декоративних деревних порід, формування чагарникових масивів, а також облаштування партерних газонів з багаторічних трав і квітників.

Експлікація базових техніко-економічних параметрів генерального плану наведена у Таблиці 1.

Таблиця 1 – Аналітичні техніко-економічні показники генерального плану

Таблиця 1 – Техніко-економічні показники генерального плану

Найменування показника	Од. вим.	Кількісний показник
Загальна площа земельної ділянки	га	4
Сумарна площа забудови	м ²	11923
Площа штучного мощення покриттям	м ²	3702
Загальна площа озелених територій	м ²	24375
Коефіцієнт (щільність) забудови території	%	60
Питома вага (коефіцієнт) мощення	%	9
Питома вага (коефіцієнт) озеленення	%	29

1.4 Об'ємно-просторове та архітектурно-планувальне рішення об'єкта

Проектована виробнича будівля формувального цеху ЗБВ характеризується масштабними габаритними параметрами, утворюючи в координатних осях прямокутник розміром 96,0 × 96,0 м.

З точки зору об'ємної архітектоники, об'єкт ідентифікується як одноповерхова, багатопролітна індустріальна споруда, що має ортогональну (Г-подібну або прямокутну) конфігурацію в плані та включає просторові прольоти визначеного спрямування.

Утилітарна комунікація внутрішнього виробничого середовища із зовнішнім простором реалізується через систему великогабаритних промислових воріт для пропуску рухомого складу, тоді як для безпечного транзиту персоналу передбачено ергономічні хвіртки.

Технологічна логістика в кожному з робочих прольотів підтримується мостовими кранами встановленої проектом вантажопідйомності. Висотна відмітка розташування головки підкранової рейки функціонально детермінується типорозміром і номенклатурою застосованих несучих колон. Виходячи з умов забезпечення кінематичної сумісності деформацій та нівелювання температурно-вологісних напружень, по координатних осях «Є» та «ІІ» спроектовано деформаційно-температурні шви. Їхня конструктивна реалізація здійснюється шляхом парного встановлення (спарення) колон.

Модульний крок несучих вертикальних елементів для відокремленого залізобетонного сегмента будівлі зафіксовано на позначці 6,0 м. У рамках загального каркаса крок колон крайнього та середнього рядів уніфіковано до параметрів 6,0 / 6,0 м.

Прив'язка геометричних осей крайніх рядів колон до поздовжніх координаційних осей виконана за стандартизованим правилом «250». Елементи середнього ряду центруються строго симетрично: координаційна вісь проходить по центру мас (середині перерізу) колони.

Агреговані техніко-економічні показники будівлі систематизовано в Таблиці 2.

Таблиця 2 – Техніко-економічні показники будівлі

Найменування показника	Од. вим.	Кількісний показник
Площа забудови будівлі	м ²	4639
Загальний будівельний об'єм	м ²	78863
Корисна (ефективна) площа	м ²	3572
Планувальний коефіцієнт ефективності	-	K1=0.94
Коефіцієнт об'ємного використання	-	K2=21.1

1.5 Конструктивна схема та несуча система споруди

Будівля спроектована за повнокаркасною структурною схемою. Просторова незмінність, стійкість та геометрична стабільність об'єкта в площині поперечного вектора навантажень забезпечується інтегрованими поперечними рамами. Ці рамові конструкції утворюються шляхом жорсткого замоноличування баз колон у стаканах фундаментів та формування високоміцних зварних вузлів сполучення кроквяних ферм (або балок) з оголовками колон.

У поздовжньому напрямку статика каркаса гарантується синергетичною роботою фундаментних балок, підкранових шляхів, системою діагональних в'язків, а також жорстким диском покриття, який утворюється за рахунок приварювання закладних деталей залізобетонних плит до несучих елементів кроквяної системи (ферм).

Конструктивні особливості та підбір колон

Селекція геометричних та міцнісних параметрів колон здійснюється на базі критеріальних вимог, що артикульовані в завданні на проектування. Морфологія збірних залізобетонних стійок знаходиться в прямій залежності від об'ємно-планувального алгоритму промислової будівлі та масо-габаритних характеристик інтегрованого підйомно-транспортного обладнання. Згідно з конструктивною класифікацією, вертикальні опори диференціюються на одногілкові (суцільні) та двогілкові (наскрізні). За топологією інтеграції в каркас вони поділяються на крайні, середні та

фахверкові елементи, що локалізовані в площинах торцевих або поздовжніх стінових огорожень.

Лінійні розміри та конфігурація перерізу підбираються з урахуванням багатофакторного аналізу: топографії розташування в каркасі, загальної висоти приміщення, ширини прольоту, кроку рам та динамічних навантажень від кранового устаткування.

В одноповерхових індустріальних об'єктах для влаштування просторового кістяка торцевих і поздовжніх стін (фахверків) імплементуються спеціалізовані збірні залізобетонні колони. Фахверкові стійки монтуються безпосередньо в торцях будівлі, а також у проміжках між основними несучими колонами поздовжніх. Дані елементи виконують функцію монтажної бази для стінового огороження, частково абсорбуючи вагові навантаження від стін та сприймаючи динамічний тиск вітрових потоків. Матеріальне виконання фахверку допускає використання як збірних залізобетонних, так і сталевих профілів.

На основі затвердженого вихідного масиву даних здійснюється номенклатурний підбір збірних залізобетонних колон.

Конструкція та просторова організація фундаментів (Нульовий цикл)

В межах реалізації інженерно-конструктивної концепції даного курсового проекту, як опорні елементи нульового циклу інтегровано збірні залізобетонні фундаменти. Їхня просторова морфологія базується на використанні підколонника стаканного типу, що слугує приймальним гніздом для вертикальних несучих стійок (збірних залізобетонних колон), та розвиненої плитної бази, архітектоніка якої може включати одно-, дво- або триступінчасту конфігурацію розширення.

Специфіка конструктивного формоутворення стовпчастих фундаментних систем під залізобетонний каркас детермінується імперативною вимогою щодо забезпечення абсолютно жорсткого (рамного) сполучення між вертикальним елементом та базою. Зазначена кінематична незмінність вузла досягається шляхом глибокого анкерування комлевої (нижньої) частини колони у спеціалізовану порожнину — стакан фундаментного блоку.

З метою оптимізації процесів заводського виготовлення та радикального скорочення типорозмірної номенклатури залізобетонних виробів, метричні параметри підколонників та плитних частин піддано

жорсткій просторовій уніфікації: їхні планові габарити строго підпорядковані базовому модульному кроку в 300 мм. При цьому висотна відмітка верхнього зрізу обрізу стакана незмінно фіксується на універсальному рівні мінус 0,150 м. Геометрія внутрішньої порожнини стакана розрахована з урахуванням технологічних монтажних зазорів для бетонування: габарити гнізда перевищують номінальний переріз колони на 150 мм у верхній зоні та на 100 мм у донній (нижній) частині.

Планові габарити підколонної частини корелюють безпосередньо з геометричними параметрами поперечного перерізу монтованої колони. Водночас площа спирання підосви та просторова конфігурація уступів визначаються виходячи з розрахункових значень навантажень, що генеруються масою споруди, та динамічними впливами від інтегрованого підйомно-транспортного (кранового) устаткування.

У зонах формування поздовжніх та поперечних температурно-деформаційних швів, де архітектурно передбачено спарене встановлення вертикальних елементів, проектується інтегрований (спільний) масивний фундамент, що обслуговує весь вузол суміжних колон. Метричні параметри загальної підосви такого фундаменту розраховуються за принципом суперпозиції: шляхом додавання розрахункових площ підосв для кожної окремої колони, враховуючи просторову деформаційну вставку між їхніми геометричними осями, з обов'язковим збереженням кратності фінального розміру модулю 300 мм. Натомість у випадку ініціювання деформаційно-осадочного шва (для компенсації нерівномірних просідань ґрунту), архітектоніка нульового циклу вимагає влаштування абсолютно автономних, структурно розв'язаних фундаментів під кожен несучу стійку окремо.

Координаційна прив'язка елементів фундаментної групи до розпланувальних осей будівлі знаходиться в суворій залежності від геометричної прив'язки колон, що на них спираються. Важливим аспектом просторової орієнтації є те, що вектор максимального лінійного розміру підколонника та підосви суміщується з площиною поперечної рами (для протидії найбільшим згинальним моментам), тоді як менший габарит орієнтується вздовж поздовжньої осі споруди.

Після інструментального вивірення просторового положення колон, їх жорстке замонолічування в порожнині стакану реалізується шляхом ін'єктування високоміцної бетонної суміші на дрібнофракційному заповнювачі.

Передача вагових зусиль від зовнішніх стінових огорожувальних конструкцій на ґрунтову основу здійснюється опосередковано через систему збірних фундаментних балок (рандбалок). Їхнє спирання реалізується за допомогою проміжних опорних елементів — бетонних приливів (стовпчиків), які інсталиуються безпосередньо на обрізі верхнього уступу основного фундаменту. Для компенсації висотних перепадів та виведення площини під стіну до проектної відмітки мінус 0,030 м, по обрізу рандбалки на ширину стінової конструкції виконується монолітна вирівнююча набетонка.

Специфіка влаштування нульового циклу в зонах розташування в'їзних (технологічних) воріт виключає використання стандартних фундаментних балок. Замість них проектується локальний масивний монолітний залізобетонний ростверк товщиною 500 мм та загальною протяжністю 6,0 м. У тіло даного моноліту на стадії бетонування інтегруються анкерні болти для подальшого жорсткого кріплення несучих рам комірною комплексу.

З метою купірування процесів капілярного підсосу вологи в огорожувальні конструкції, по верхній площині фундаментних балок влаштовується горизонтальний гідроізоляційний бар'єр.

Фундаментні балки

З метою забезпечення надійної трансляції вагових зусиль від огорожувальних конструкцій на основний фундамент, проектується система опорних бетонних приливів — підбетонок.

Для нівелювання ризиків деформаційного руйнування балок внаслідок морозного здимання ґрунтових масивів, під їхньою нижньою гранню та вздовж бічних поверхонь імплементується демпфуюча подушка з великофракційного піску або гранульованого шлаку. Водовідведення поверхневих опадів організовується через влаштування периметрального асфальтового вимощення, із заданим градієнтом нахилу у напрямку від площини стінового огороження. Протяжність фундаментних балок детермінується їхньою топологічною локалізацією (кутові зони, рядові прольоти, ділянки температурних швів), а також кроком колон та плановими габаритами підколонників.

Кроквяні та підкроквяні конструктивні системи

Як базовий несучий кістяк просторової оболонки покриття застосовуються великопрольотні гратчасті елементи (ферми або балки) з паралельними поясами або двосхилої конфігурації. Довжина їхніх прольотів становить 18,0 та 24,0 м. Кінематично жорстке сполучення цих конструкцій з оголовками колон реалізується шляхом інтеграції сталевих фасонки (накладних листів), що фіксуються до закладних деталей за допомогою зварювання та жорстко анкеруються. Фінальне замонолічування вузлів шляхом обварювання здійснюється виключно після інструментальної вивірки елементів у проектному положенні.

В умовах розбіжності модульних сіток, коли крок крайніх колон становить 6,0 м, для середніх рядів попередньо монтуються підкроквяні раскосні конструкції (балки або ферми). Анкерування підкроквяних систем до тіла колони забезпечується зварним сполученням закладних деталей, що виконується високоміцним стельовим швом.

Підкранові балки

Технологічний алгоритм проектуваного цеху зумовлює імплементацію опорного підйомно-транспортного устаткування – мостових кранів із діапазоном вантажопідйомності $Q = 10\text{--}20$ т. Підкранові конструкції, оснащені відповідними рейковими шляхами, не лише виконують функцію транспортної магістралі, але й генерують потужний поздовжній диск просторової жорсткості для всього каркаса споруди, будучи жорстко заанкереними до колон.

Для індустріальних об'єктів з уніфікованим кроком 6,0 м та крановими навантаженнями до 20 т застосовуються залізобетонні підкранові балки таврового профілю. За критеріями технологічності монтажних операцій вони проектується за розрізною статичною схемою.

Залежно від архітектурної топології, номенклатура балок диференціюється на торцеві, рядові та температурні (локалізовані в зонах деформаційних швів). Їхня конструктивна специфіка полягає виключно у варіативному позиціонуванні закладних деталей.

Вузли кріплення підкранових балок до колон мають комбіновану природу: нижня зона фіксується болто-зварним методом, тоді як верхня грань стабілізується шляхом приварювання вертикальних сталевих пластин до відповідних закладних. Інсталяція кранових рейок здійснюється за

допомогою системи притискних лапок, що встановлюються на еластичних (пружних) демпферних прокладках.

Система просторових в'язів

Конфігурація та щільність блоків вертикальних в'язків детермінується сукупністю факторів: висотними відмітками споруди, наявністю динамічних навантажень від мостових кранів та морфологією кроквяних конструкцій.

У будівлях кранового типу вертикальні стабілізуючі діафрагми інсталиються у нижньому (підкрановому) ярусі колон. Згідно з канонами будівельної механіки, просторовий в'язевий блок локалізується переважно в центральному кроці кожного окремого температурно-деформаційного відсіку. У такій статичній моделі підкранові балки абсорбують функцію поздовжніх розпірок. У випадках виникнення технологічних колізій, які унеможливають монтаж в'язків у центрі відсіку, нормативними документами санкціонується їх зміщення у суміжний крок колон.

Залізобетонні плити покриття

Горизонтальний жорсткий диск покрівлі формується з великорозмірних залізобетонних плит, що монтуються безпосередньо по верхніх поясах кроквяних систем. Домінуючим елементом покриття є панелі шириною 3,0 м, що ідеально корелює з кроком вузлових точок ферм. Вузькі панелі шириною 1,5 м імплементуються переважно в зонах розжолобків, де очікується формування екстремальних «снігових мішків» і несуча здатність триметрових плит виявляється критично недостатньою.

Просторова жорсткість диска досягається шляхом зварювання закладних деталей, розташованих на кінцях поздовжніх ребер плит, із відповідними вузлами ферм. Гомогенізація покриття забезпечується шляхом ін'єктування стикових швів високоміцним цементно-піщаним розчином марки М100. У торцевих сегментах будівлі та по лінії температурних швів вузли кріплення (закладні) мають технологічне зміщення на 500 мм.

Зовнішнє стінове огородження

Формування теплового контуру та захист від атмосферних впливів реалізується за допомогою великорозмірних стінових панелей. Монтажний алгоритм передбачає суміщення нижньої грані цокольного ряду з проектною відміткою чистої підлоги.

У спорудах із залізобетонним каркасом оптимальним рішенням є інтеграція самонесучих залізобетонних огорожувальних елементів. Висотні габарити базових панелей, а також підкарнизних і парапетних кратно узгоджені з модулем 0,3 м. Цокольна панель переважно проектується заввишки 1,2 м, з можливістю локального збільшення згідно з технологічним регламентом. У кутових сегментах, де осі колон зміщені на 0,5 м, застосовуються спеціалізовані подовжені панелі або додаткові добірні блоки.

Конструкція зовнішніх стін базується на використанні одношарових панелей товщиною 200 мм.

У зонах інтеграції воротних і дверних комплексів панельне огородження заміщується локальним цегляним муруванням товщиною 380 мм (матеріальна база: керамічна цегла марки М100 на розчині М50).

Покрівельне покриття та система водовідведення

Верхній огорожувальний контур будівлі сформовано у вигляді суміщеної неvented покрівельної системи. Гідроізоляційний килим утворено двома шарами рулонного руберойду, поверхнева стабілізація якого досягається за рахунок імплементації захисного шару з гравійної фракції, рівномірно інтегрованої (втопленої) у розігріту бітумну мастику (рис. 4). З метою купірування міграції водяної пари з виробничого середовища, безпосередньо по вирівняній базі залізобетонних плит укладено пароізоляційний екран, який складається з одинарного шару руберойду, зафіксованого бітумним в'язким матеріалом.

У зонах конструктивних спряжень горизонтального диска покрівлі з парапетними блоками та іншими вертикальними елементами передбачено локальне посилення гідробар'єру. Даний критичний вузол дублюється трьома додатковими шарами рулонного матеріалу, що монтуються за принципом взаємного нахлестування. Механічна фіксація країв руберойду до залізобетонних стінових панелей здійснюється за допомогою дюбельного кріплення. Притискне зусилля рівномірно розподіляється через жорстку сталеву смугу та захисний фартух, виготовлений із тонколистової оцинкованої сталі. Фінальна ізоляція монтажного стику від впливу атмосферної вологи реалізується шляхом ін'єктування високоеластичної герметизуючої мастики.

Відведення атмосферних опадів з площі покриття організовано за принципом внутрішнього організованого водовідводу. Як точки водоскиду

застосовуються спеціалізовані водостокові лійки, що локалізуються в топографічних мінімумах покрівлі — розжолобках (єндовах). Максимальна дистанція між сусідніми водоприймальними вузлами суворо лімітована і не перевищує 48,0 м.

Ліхтарні конструкції

В індустріальній архітектурі надбудови покриття класифікуються за домінантною експлуатаційною функцією на три базові категорії: інсоляційні (світлові), вентиляційні (аераційні) та комбіновані (світлоаераційні). Селекція конкретного типорозміру та конструктивної морфології ліхтарної надбудови базується на результатах комплексного аналізу мікрокліматичних вимог до виробничого середовища, а також враховує фізико-механічні та метеорологічні умови регіону забудови.

Механіка провітрювання забезпечується відкидними віконними блоками, які здатні змінювати кут нахилу відносно вертикальної площини за допомогою системи важелів, що приводяться в рух дистанційно керованими електроприводами.

Просторова орієнтація ліхтарних смуг суворо паралельна головним поздовжнім координаційним осям цеху. Зважаючи на імперативи протипожежної безпеки та регламенти експлуатаційної логістики, гранична протяжність одного неперервного ліхтарного блоку обмежена показником у 84,0 м. У разі виникнення технологічної необхідності у формуванні довшого інсоляційного фронту, ліхтарні надбудови сегментуються спеціальними технологічними розривами, метрична величина яких обов'язково є кратною базовому кроку кроквяних конструкцій.

Несучий просторовий кістяк ліхтаря формується з жорстких поперечних сталевих рам, які об'єднуються системою поздовжніх елементів. До номенклатури останніх входять: залізобетонні бортові плити, сталеві прогони (що слугують монтажною базою для інсталяції рам зі світлопрозорим заповненням), елементи жорсткого покриття та діагональні в'язеві блоки. Матеріально-конструктивна структура покрівельного пирога самого ліхтаря повністю ідентична і дублює специфікацію основного покриття промислової будівлі.

1.6 Аналітичний розрахунок параметрів інсоляції та природного світлового середовища

Базові просторово-геометричні параметри виробничого приміщення, що підлягають світлотехнічному моделюванню, характеризуються глибиною закладення $B=36,0$ м та загальною габаритною висотою $H=24,4$ м. Відповідно до ергономічної номенклатури зорових робіт, технологічні операції в цеху класифікуються за IV розрядом точності. Адекватний інсоляційний режим генерується шляхом інтеграції світлоаераційних ліхтарів подвійного типу. Як світлопрозорий бар'єр застосовано силікатне листове скло. Згідно з архітектурним задумом, загальна проектна площа засклених поверхонь становить $S=2114,3$ м².

Колірна архітектоніка внутрішнього середовища (інтер'єру) детермінує наступні альbedo (коефіцієнти відбиття) огорожувальних поверхонь: площина стелі має біле пофарбування, стіновий контур виконано в червоній гамі, а покриття підлоги характеризується червонувато-коричневим пігментом.

$$\rho_{стелі} = 0,7; \rho_{стіни} = 0,5; \rho_{підлоги} = 0,3.$$

$$e^{IV} = e \cdot m \cdot c = 4 \cdot 0,9 \cdot 0,7 = 2,4;$$

$$S_0 = \frac{S_n \cdot k_3 \cdot e_n \cdot \eta_0 \cdot \kappa_{зд}}{100 \cdot \tau_0 \cdot r_1} = 1095 \text{ м}^2$$

$$k_3 = 1,5; \eta_0 = 14; \tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5 = 0,64;$$

$$\tau_1 = 0,8; \tau_2 = 0,8; \tau_3 = 1; \kappa_{зд} = 1; r_1 = 1,1$$

$$\rho_{ср} = \frac{0,5\rho_1 S_1 + \rho_2 S_2 + \rho_3 S_3}{S_1 + S_2 + S_3} = 0,397$$

$S_{реал.} \geq S_0$ фактично прийнята проектом площа засклення цілком задовольняє жорсткі нормативні світлотехнічні критерії.

1.7 Теплофізичний розрахунок огорожувальних конструкцій

Кліматологічна локалізація об'єкта проектування відповідає географічним координатам міста Суми. Базовим теплотехнічним індикатором зовнішнього середовища виступає розрахункова температура повітря найбільш холодної п'ятиденки із заданою забезпеченістю.

Згідно з нормативною теплофізичною класифікацією, проєктований об'єкт позиціонується у межах II групи будівель. Цей статус детермінується суворо регламентованими показниками внутрішньої температури та

відносної вологості робочого повітряного середовища. Вологісний режим функціонування матеріалів у товщі огорожувальних конструкцій підпорядковується умовам експлуатації типу «Б».

Цільовою функцією даного розрахунку є визначення необхідного опору теплопередачі термічної оболонки будівлі (R_{req}).

Як базовий варіант зовнішнього стінового огородження попередньо інтегруються суцільні панелі, виготовлені на основі масиву аглопоритобетону. Їхні теплофізичні специфікації характеризуються конструктивною товщиною $\delta=200$ мм та базовим термічним опором $R=0,74$ (відповідні коефіцієнти теплопровідності λ та щільності застосовуються згідно з довідковими даними).

Фактичний зведений опір теплопередачі огорожувальної системи обчислюється за фундаментальним рівнянням стаціонарної теплопровідності:

$$R_0 = \alpha_{int1} + \sum R_i + \alpha_{ext1},$$

у цій математичній моделі:

α_{int} - коефіцієнт конвективної тепловіддачі на межі внутрішнього повітряного середовища та поверхні стіни;

α_{ext} - аналогічний коефіцієнт тепловіддачі для зовнішнього атмосферного фронту;

$\sum R_i$ - інтегральна сума термічних опорів усіх матеріальних прошарків досліджуваної багатошарової конструкції.

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_B} + \sum R + \frac{1}{\alpha_H} = \frac{1}{8,7} + 0,65 + \frac{1}{23,2} = 0,81$$

$$R_0 \geq R_{TP}$$

Синтезовані результати теплофізичного аналізу доводять, що параметри обраної аглопоритобетонної системи абсолютно релевантні заданим умовам експлуатації «Б» та гарантують надійний термозахист споруди при розрахункових екстремумах зовнішніх температур.

2. Розрахунково-конструктивний розділ

2.1 Інженерно-конструктивний розрахунок кроквяної фермової системи

Відповідно до вихідних параметрів технічного завдання ініційовано процес комплексного проектування попередньо напруженої кроквяної ферми. Даний несучий елемент інтегрується в структуру покриття одноповерхового індустріального об'єкта (клас наслідків/відповідальності —

II), що характеризується величиною прольоту 18,0 м та уніфікованим кроком колон 6,0 м.

На верхній пояс ферми безпосередньо монтуються великорозмірні залізобетонні плити покриття формату $3,0 \times 6,0$ м. Силовий кістяк нижнього розтягнутого поясу формується за рахунок імплементації попередньо напруженої стрижневої арматури, виготовленої з високоміцного дроту класу ВР-II. Інші просторові компоненти фермової системи (опорні вузли, елементи верхнього поясу, розкоси та стійки решітки) підлягають непружному армуванню за допомогою зварних просторових каркасів і плоских сіток, згенерованих зі сталі класів А-III та А-I. Конструктивне посилення нижнього поясу реалізується інтеграцією сіток із профілів А-III та А-I, тоді як критичні зони опорних вузлів додатково стабілізуються сітками з металу класу В-I.

Матеріальною базою конструкції виступає важкий бетон класу міцності В45. Нормативні фізико-механічні параметри матеріалів зафіксовано на таких рівнях: для бетону В45 розрахунковий опір стиску становить $R_b=25$ МПа (при коефіцієнті умов роботи $\gamma_b=0,9$); для попередньо напруженої арматури Вр-II розрахунковий опір $R_s=1080$ МПа; для робочої арматури класу А-III (в діапазоні діаметрів $\varnothing 10\text{--}40$ мм) показники опору на стиск і розтяг еквівалентні $R_s = R_{sc} = 365$ МПа, а розрахунковий опір зрізу дорівнює $R_{sw}=290$ МПа.

2.2 Геометрична морфологія та просторові габарити ферми

Модульна ширина панелей ферми жорстко зафіксована на відстані 3,0м, що детерміновано необхідністю точкового спирання поздовжніх ребер покрівельних плит виключно у вузлових зонах верхнього поясу. Усереднений параметр загальної висоти конструкції дорівнює 2950 мм.

Геометрія поперечних перерізів несучих елементів оптимізована наступним чином: верхній стиснутий пояс має розміри 300×200 мм (ширина $\times$ висота), нижній розтягнутий пояс характеризується габаритами 300×250 мм. Для діагональних та вертикальних елементів решітки (розкосів і стійок) затверджено уніфікований переріз із параметрами 150×200 мм.

2.3 Синтез та агрегація силових впливів на конструкцію

З метою коректного моделювання напружено-деформованого стану застосовуються рівномірно розподілені навантаження, трансльовані з

розрахункового алгоритму плити покриття, з інтеграцією коефіцієнта надійності за навантаженням $\gamma_n=1,05$.

Специфікація силових факторів включає:

Постійні статичні впливи: $g = 3,790$ кПа;

Короткочасний сніговий тиск: $s = 1,450$ кПа;

Тривалу компоненту снігового навантаження: $s_{tr} = 0,312$ кПа;

Тривале пилове навантаження: $d=0,160$ кПа.

Ефективна вантажна площа, що акумулюється одним вузлом ферми, еквівалентна $18,0$ м².

Виходячи з цих даних, ініціюється обчислення зосереджених вузлових зусиль.

Сумарне значення сталих і тимчасових рівномірно розподілених навантажень, екстрапольованих із врахуванням власної маси залізобетонної ферми, становить:

$$G = 3.79 \times 18 + 0,16 \times 18 + 0,312 \times 36 + 5,9 \times 3 \times 1,1 \times 1,05 \times 4,98 = 174,57 \text{ кН.}$$

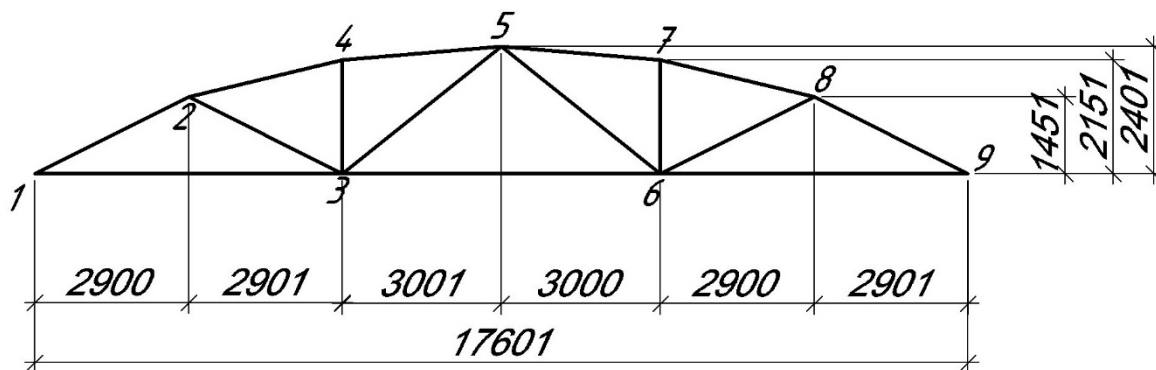
Інтенсивність короткочасних силових впливів обчислюється як:

$$V=1,45 \times 18 = 70,56 \text{ кН}$$

Узагальнений вектор сумарного розрахункового навантаження, що прикладається до розрахункового вузла, становить:

$$P=G+V=[174,57 + 70,56 \text{ кН} = 245,1 \text{ кН}$$

Топологія розрахункової схеми фермової системи з ідентифікаційною нумерацією вузлових точок та стрижневих елементів наведена на Фіг. 2.1.



Фіг 2.1

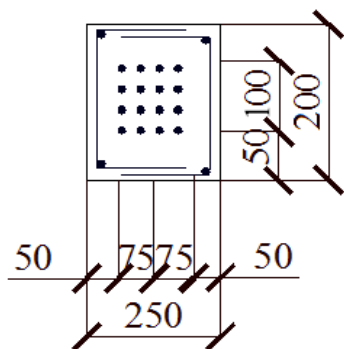
2.4 Алгоритм ідентифікації внутрішніх зусиль

Методологія визначення внутрішніх силових факторів у стержнях базується на принципі суперпозиції. На початковому етапі здійснюється диференціація статичних та динамічних навантажень. Згодом, із залученням спеціалізованих обчислювальних комплексів, генеруються матриці зусиль у кожному елементі решітки та поясів від впливу кожної окремої категорії навантаження.

2.5 Проектування параметрів армування стрижневих елементів

Селекція арматурних профілів реалізується виключно на базі лімітуючих граничних станів першої групи. Враховуючи, що геометричні параметри бетонних перерізів вже зафіксовані архітектурно-конструктивним рішенням, розрахунковий фокус зміщується на прецизійне визначення площі і діаметрів робочої арматури.

2.6 Оптимізація армування нижнього розтягнутого поясу



Фіг.2.2.

Для критичного стрижня в прольоті (ділянка 6-9) пікове розрахункове зусилля розтягу досягає $N=2616141$ Н. Площа необхідної попередньо напруженої арматури синтезована за умови використання високоміцних сталевих канатів класу К-7 (діаметром 15 мм) при введенні коефіцієнта умов роботи 1,15.

$$A_{sp} = N / R_s \cdot \gamma_{s6} = 2616141 / 1080(100) \cdot 1,15 = 21,06 \text{ см}^2.$$

Спираючись на результати обчислень, остаточно затверджено імплементацію 16 канатів Ø15 класу К-7. Зазначена конфігурація генерує сумарну площу поперечного перерізу $A_{sp}=22,24 \text{ см}^2$. Паралельно нижній пояс доукомплектується гнучими сітками непрямого армування (конструктивна сталь класу А-I, Ø5 мм).

2.7 Розрахунок армування верхнього стиснутого поясу

В межах стрижнів 5-7 та 10-11 зафіксовано екстремальне значення стискаючої сили на рівні $N=-2707304$ Н. Зважаючи на те, що флуктуації напружень у суміжних елементах верхнього поясу є статистично

незначними, ухвалено конструктивне рішення щодо уніфікації армування всього стиснутого контуру саме за цим максимальним зусиллям.

Для перевірки стійкості визначається параметр випадкового ексцентриситету, як домінантна величина з трьох нормативних критеріїв:

$$ea = h/30 = 30/30 = 10\text{мм}$$

$$ea = l / 600 = 301/600 = 5\text{мм}$$

$$ea = 10\text{мм}$$

Як наслідок, розрахунковий ексцентриситет фіксується на рівні $ea = 10\text{мм}$

Враховуючи геометричну умову приведена розрахункова довжина елемента обчислюється як:

$$l_0 = 0,9l = 0,9 \cdot 301 = 2,71\text{м}$$

Заданий проектом коефіцієнт армування становить $\mu = 1,3\%$ тут $m = 0,013$

Розрахункова площа перерізу поясу

$$A_{s,tot} = A_s + A'_s = \mu \cdot A = 0,013 \cdot 20 \cdot 30 = 7,8\text{см}^2$$

На основі цих параметрів остаточно конструюється поздовжній каркас із 4 стрижнів Ø16 класу А–ІІІ (сукупна площа $A_s = 8,04\text{см}^2$)

Далі ініціюється генерація допоміжних розрахункових коефіцієнтів:

$$\alpha_s = R_{sc} \cdot A_{s,tot} / R_b \cdot \gamma_b^2 \cdot A = 365(100) \cdot 8,04 / 25(100) \cdot 0,9 \cdot 20 \cdot 30 = 0,22$$

$$\phi_b = 0,9 \quad \phi_{sb} = 0,9$$

$$\phi = \phi_b + 2(\phi_{sb} - \phi_b) \alpha_s = 0,9 + 2(0,9 - 0,9) 0,22 = 0,9 < \phi_{sb} = 0,9$$

Верифікація умови міцності стиснутого елемента здійснюється за нерівністю:

$$N \leq \phi(R_b \cdot \gamma_b^2 \cdot A + R_{sc} \cdot A_{s,tot})$$

Проводячи підстановку:

$$N = 2707304 < 0,9(25(100) \cdot 0,9 \cdot 30 \cdot 20 + 365(100) \cdot 8,04) = 1479114\text{Н}$$

Згідно з аналітичним висновком, необхідну міцність перерізу забезпечено.

Таким чином, у якості несучого каркасу затверджено 4 стрижні Ø16 класу А–ІІІ. Абсорбція поперечних сил у верхньому поясі забезпечується

в'язаною арматурою марки Вр-I (Ø5 мм), яку просторово інтегрують із монтажним кроком 200 мм.

2.8 Специфікація армування розкосів та вертикальних стійок

Для діагональних підкосів (ділянки 2-3 та 12-14) базовим навантаженням виступає розтягуюча сила $N = 439,271$ кН.

Процедура ідентифікації необхідної площі арматури виглядає так:

$$A_s = N/R_s = 439271/365(100) = 12,03 \text{ см}^2$$

Відповідно до сортаменту, затверджується імплементація 4Ø20 А–III (фактична $A_s = 12,56 \text{ см}^2$). Зона поперечних напружень блокується хомутами Вр-I (Ø5 мм) із регламентованим кроком 150 мм.

На базі епюри внутрішніх зусиль диференціюється армування наступних груп елементів:

Стрижні 3-5 та 11-12: зусилля $N = 63,923$ кН

$$A_s = N/R_s = 63923/365(100) = 1,75 \text{ см}^2.$$

Теоретична площа 1,75 см²

Стрижні 5-6 та 9-11: зусилля $N = 191,029$ кН

$$A_s = N/R_s = 191029/365(100) = 5,23 \text{ см}^2.$$

Теоретична площа 5,23 см²

Для цієї локації остаточно приймається 4Ø14 А–III (фактична $A_s = 6,16 \text{ см}^2$)

Стрижні 6-8 та 8-9: зусилля $N = 123,522$ кН

$$A_s = N/R_s = 123522/365(100) = 3,38 \text{ см}^2$$

Теоретична площа 3,38 см²

Ухвалюється рішення використати 4Ø12 А–III (фактична $A_s = 4,52 \text{ см}^2$).

Поперечне конструювання цих вузлів виконується сталем Вр-I Ø5 з кроком 150 мм.

Дослідження висхідного розкосу (стрижні 3-4 та 12-13): діюче стискаюче зусилля $N = 242,876$ кН

Геометрична довжина підкосу становить $l = 2,21$ м

Розрахунок випадкового ексцентриситету формується з трьох умов:

$$ea = h/30 = 20/30 = 0,6 \text{ см}$$

$$ea = l / 600 = 221/600 = 0,36 \text{ см}$$

$$ea = 1 \text{ см}$$

Враховуючи, що $e_0 = 1\text{ см} < h/8 = 20/8 = 2,5\text{ см}$, базова довжина деформації еквівалентна $l = 0,9l_0 = 0,9 \cdot 221 = 199\text{ см}$

Параметр гнучкості

$l_0/h = 199/20 = 9,95 < 20$, що класифікує елемент у категорію позацинтрово стиснутих із відповідним радіусом інерції.

$$\sqrt{h^2/12} = \sqrt{20^2/12} = 5,77\text{ см.}$$

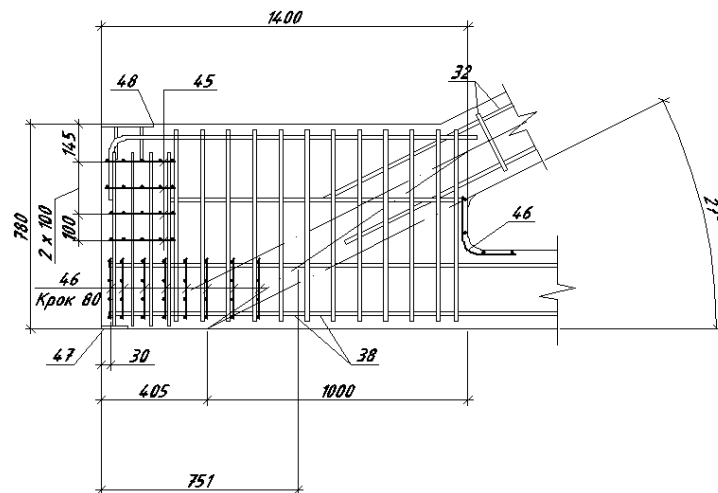
$$N < \eta\varphi[R_b A + R_{sc}(A_s + A'_s)]$$

$$242,876 < 0,9 \cdot 300 + 365(12,56 + 12,56) = 15243,8\text{ кН} - \text{несуча здатність забезпечена.}$$

$$\varphi = \varphi_b + 2(\varphi_r - \varphi_b)R_{sc}(A_s + A'_s)/R_b A = 0,89 + 2(0,9 - 0,89) \cdot 365 \cdot (12,56 + 12,56)/25 \cdot 300 = 2201,49$$

2.9 Конструктивна архітектоніка вузлових з'єднань (Опорний вузол)

Розрахунковий комплекс опорного вузла фермової конструкції виконується за статичною моделлю, візуалізованою на Фіг. 2.3.



Фіг. 2.3

Параметри поздовжньої арматури, сфокусованої вздовж нижньої грані опорного вузла, визначаються за розтягуючим вектором у зоні 1-3 $N = 2213,674\text{ кН}$

$$A_s = 0,2N/R_s = 0,2 \cdot 2213674/365(100) = 12,13\text{ см}^2$$

Як наслідок, інтегрується $4\varnothing 20\text{ А-III } A_s = 12,56\text{ см}^2$

Критерій надійності анкерування вимагає теоретичної довжини фіксації по зрізу АВ на рівні $35x_d = 35 \times 2 = 70\text{ см}$

Фактична конструктивна довжина закладення, згідно з кресленням, досягає 75 см, що повністю задовольняє умови міцності. Розрахункова довжина зони анкерування канатів К7 (Ø15 мм) встановлена на рівні 150 мм.

Поздовжня статична сила, що передається на робочу арматуру:

$$N_{sp} = A_{sp} \cdot R_{sp} \cdot l_{an,sp}^f / l_{an,sp} = 21,24 \cdot 1080(100) \cdot 75 / 150 = 1146960 \text{ Н}$$

Силове зусилля у конструктивній арматурі:

$$N_s = A_s \cdot R_s \cdot l_{an,s}^f / l_{an,s} = 12,56 \cdot 365(100) \cdot 1 = 458440 \text{ Н}$$

Зусилля відриву, спрямоване на поперечні стрижні по площині АВ (за умови

$$AB \alpha = 270, ctg 270 = 1,96$$

$$N_{sw} = (N - N_{sp} - N_s) / ctg \alpha = (2213674 - 1146960 - 458440) / 1,96 = 310343 \text{ Н}$$

Оскільки у вузлі просторово змонтовано два паралельні каркаси з кроком поперечки 100 мм, площину АВ перетинають 20 вертикальних стрижнів.

Мінімальна площа одного поперечного стрижня:

$$A_{sw} = N_{sw} / n \cdot R_{sw} = 310343 / 20 \cdot 290(100) = 0,53 \text{ см}^2$$

При первинному призначенні Ø10 А–ІІІ ($A_{sw}=0,785 \text{ см}^2$), несуча здатність поперечки становитиме

$$N_{sw} = n \cdot A_{sw} \cdot R_{sw} = 20 \cdot 0,785 \cdot 290(100) = 455300 \text{ Н}$$

Проте багатоітераційний перевірочний розрахунок (де $x=48 \text{ см}$) демонструє, що ліва частина нерівності (112,759 кН·м) значно перевищує праву (83,099 кН·м). Оскільки умова міцності не задовольнилася, ініційовано посилення поперечного армування.

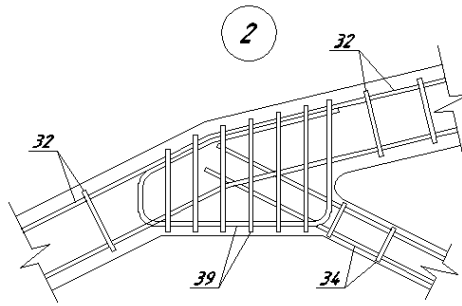
Оптимізоване рішення: застосування Ø16 А–ІІІ ($A_{sw}=2,011 \text{ см}^2$).

Повторна верифікація для даного перерізу дає несучу здатність поперечки 1166,4 кН, внаслідок чого права частина рівняння зростає до 115,1 кН·м. Хоча значення є дуже близькими, міцність перерізу вважається гарантованою.

Фінальна специфікація вузла: робоча зона — 4Ø20 А–ІІІ; зона сприйняття перерізуючих сил — 24Ø16 А–ІІІ.

2.10 Конструктивна архітектоніка проміжних вузлів

Моделювання арматурного каркаса прольотного вузла реалізується за алгоритмом, ідентичним до Фіг. 2.4.



Фіг. 2.4

Для забезпечення жорсткої фіксації розкосу (арматура Ø14 А–ІІІ) обчислено базову довжину анкерування вздовж лінії відриву АВС:

$$lan = 35d = 35 \cdot 1,4 = 49 \text{ см}$$

Фактичне заведення в бетон становить 28 см, що диктує необхідність потужного поперечного армування.

За вхідних параметрів

$$N_{sw} = N [1 - (k_2 + a) / k_1 lan] / \cos \varphi,$$

$$a = 5d = 5 \cdot 1,4 = 7 \text{ см};$$

$$k_1 = \sigma_s / R_s = \frac{713}{365} = 1,9 \text{ (тут } \sigma_s = N / A_s = 439271 / 6,16 = 71310 \text{ Н/см}^2 = 713 \text{ Мпа)};$$

$$\varphi = 63024'$$

$$\cos \varphi = \cos 63024' = 0,448.$$

внутрішнє зусилля генерується на рівні:

$$N_{sw} = 439,271 [1 - (1 \cdot 28 + 7) / 1,9 \cdot 49] / 0,448 = 612 \text{ кН}$$

При використанні двох плоских каркасів та кроці хомутів 100 мм, в розрахункову площину потрапляє 14 стрижнів.

Теоретична площа одного хомута:

$$A_{sw} = N_{sw} / n \cdot R_{sw} = 612000 / 14 \cdot 290 (100) = 1,5 \text{ см}^2;$$

На основі цих даних затверджується прокат Ø14 А–ІІІ ($A_{sw}=1,539 \text{ см}^2$).

Вузлові зони перетину стиснутих стрижневих елементів проектується за конструктивними імперативами: для блокування перерізуючих сил інтегрується Ø6 А–ІІІ (крок 100 мм), а як розподільна (непряма) арматура застосовується Ø10 А–ІІІ.

3. Техніко-економічний розділ

3.1 Системні підходи до комплексної механізації будівельно-монтажного циклу

Реалізація просторового монтажного алгоритму детермінує об'єктивну необхідність інтеграції спеціалізованих вантажопідіймальних механізмів (одного або комбінованого комплексу кранів). Стратегія селекції даного обладнання базується на жорсткій відповідності кінематичних характеристик машин масо-габаритним параметрам монтованих префабрикованих конструкцій. Базова номенклатура критичних експлуатаційних індикаторів для самохідних стрілових агрегатів акумулює в собі наступну тріаду: необхідна висота просторового позиціонування гака (H_m), гранична монтажна маса модуля (Q) та ефективний виліт/довжина стрілової системи (L).

3.2 Аналітичний алгоритм синтезу експлуатаційних параметрів вантажопідіймального устаткування

Ітераційний процес підбору монтажних кранів структуровано у дві послідовні фази:

- Перший етап фокусується на топологічних та масо-габаритних факторах. Виходячи з архітектоніки споруди (планові та висотні габарити) і специфіки розташування збірних елементів, генеруються мінімально допустимі експлуатаційні метрики механізму: висотна відмітка підйому гака, ефективний виліт стріли та вантажопідйомність.

- Друга фаза полягає у комплексній верифікації та фінансово-економічній валідації згенерованих комплектів механізмів з метою визначення максимально рентабельного варіанта.

Математична модель визначення вертикальної відмітки підйому гака описується рівнянням:

$$H_{gnom} = H_m + h_m + h_e + h_c$$

де:

H_m - монтажний горизонт (абсолютна різниця відміток між рівнем стоянки кранової бази та площиною обпирання конструкції). У випадках інтеграції просторово-похилих елементів (сходових маршів тощо), що мають різнорівневі опорні площини, за базовий критерій приймається висотна відмітка верхнього опорного вузла;

h_m - технологічний люфт (монтажний кліренс), що гарантує безпечне пронесення нижньої грані елемента над робочим горизонтом (закладається в межах 0,7–1,0 м);

h_e - просторова висота префабрикованого модуля, детермінована номенклатурною специфікацією залізобетонних виробів;

h_c - вертикальна проекція інтегрованого вантажозахоплювального оснащення (стропів, балансувальних траверс, захватів).

Необхідний ресурс вантажопідйомності вираховується за простою залежністю:

$$Q = P + P_1$$

де:

P - гранична проектна маса монтованого залізобетонного модуля, т;

P_1 - сукупна маса допоміжного такелажного оснащення, т.

Довжина стрілової системи розраховується як:

$$L_c = \frac{H_m - h_u + h_z + h_c + h_n + h_{el}}{\sin \alpha}$$

де:

H_m - вертикальна дистанція між нульовою відміткою крана та площиною монтажу;

h_u - відстань від бази крана до шарніра (осі п'яти) стріли (стандартно $h_u = 1,5$ м);

h_z - експлуатаційний запас висоти (не менше 1,0 м);

h_c - габаритна висота елемента;

h_n - довжина поліспавної системи крана (варіюється в діапазоні 1,5–2,0 м);

h_{el} - висота елемента у проектному положенні;

α - оптимальний кут нахилу стрілової системи до горизонту (рекомендований діапазон 67–72°).

Необхідний виліт стріли визначається як:

$$l_s^{nom} = L_c \cdot \cos \alpha + l_u$$

Розрахункові ітерації для базових конструктивів:

Для просторового монтажу колон:

$$H = 16,25 \text{ м};$$

$$Q = 11,92 \text{ т};$$

$$L_c = 5,85 \text{ м};$$

$$l = 16,82 \text{ м}.$$

Для інтеграції підкранових балок:

$H=15,7$ м;

$Q=12,64$ т;

$L_c=5,7$ м;

$l=16,77$ м.

Для кроквяних фермових систем:

$H=17,95$ м;

$Q=13,95$ т;

$L_c=6,31$ м;

$l=18,58$ м.

Для стінових огорожувальних панелей:

$H=19,25$ м;

$Q=3,35$ т;

$L_c=6,79$ м;

$l=20,45$ м.

Для плит горизонтального перекриття (покриття):

$H=18,2$ м;

$Q=7,53$ т;

$\alpha=63,66^\circ$;

$L_c=10,76$ м;

$l=20,87$ м.

Таблиця 1 - Експлуатаційно-кінематичні характеристики вантажопідіймальних машин

Конструктивний модуль	H (м)	Q (т)	L_c (м)	l (м)
Колони	16,25	11,92	5,85	16,82
Підкранові балки	15,7	12,64	5,7	16,77
Ферми	17,95	13,95	6,31	18,58
Плити покриття	18,2	7,53	10,76	20,87
Стінові панелі	19,25	3,35	6,79	20,45

Таблиця 2 — Конкурентна матриця вибору монтажних кранів

Конструктивний модуль	Q, т		H, м		Lc, м		Монт. зона	I варіант комплектації	II варіант комплектації
Колони	18	30	21	28,5	20	30	I	МКП-40	СКГ-50
Підкранові балки	32	30	21	28,5	20	30			
Ферми	35	30	18,5	23,8	30	30	II	КС-7362	СКГ-50
Плити покриття	9	8,8	39,5	44	30	30			
Стінові панелі	12	15	24,5	22	28	28	III	МКТ-6-45	Э-125ВБ

3.3 Комплексний фінансово-аналітичний аудит варіантів механізації

Економічна ефективність (собівартість) реалізації механізованих процесів на будівельному майданчику моделюється за комплексним рівнянням. У цьому алгоритмі враховується питома собівартість експлуатаційної машино-години для кожного агрегату (См-г), фонд заробітної плати монтажних ланок, а також коефіцієнти інтенсифікації загальнобудівельних накладних витрат (індекси 1,08 та 1,5 імплементовані згідно з регламентами ДБН Д.2.7-2000). Формула також абсорбує одноразові транзакційні витрати на логістику (перебазування крана), монтаж/демонтаж, пусконаладжувальні роботи та облаштування допоміжної інфраструктури, паралельно з амортизаційними відрахуваннями.

Експлуатаційна складова (См-г), що акумулює витрати на поточне сервісне обслуговування (без врахування капітальних ремонтів), становить:

Для базової машини СКГ-50:

$C_{м-г}=62,48\text{грн};$

Для екскаватора-крана Э-1258Б:

$C_{м-г}=36,86\text{грн};$

Для пневмоколісного МКП-40:

$C_{м-г}=45,82\text{грн};$

Для стрілового КС-7362:

$C_{м-г}=57,71\text{грн};$

Для автокрана МКТ-6-45:

$C_{м-г}=33,61\text{грн}.$

Фінансова екстраполяція для I-го варіанта механізації:

$$C_{o1}=1,08 \cdot (62,48 \cdot (120,46+77,07)+62,48 \cdot 202,81+36,86 \cdot 609,43)+1,5 \cdot 81767,62=173926,41\text{грн}$$

Фінансова екстраполяція для II-го варіанта механізації:

$$C_{o2}=1,08 \cdot (45,82 \cdot (120,46+77,07)+57,71 \cdot 202,81+33,61 \cdot 609,43)++1,5 \cdot 81767,62=$$

$$=167188,40 \text{ грн.}$$

Аналіз макроекономічних показників демонструє наступне:

- питома собівартість виконання механізованих операцій:

$$C=C_o/V=167188,4/2521,03=66,32 \text{ грн/м}^3;$$

- питома трудомісткість процесів:

$$q=Q/V=6794,18/2521,03=2,7 \text{ люд-год/м}^3.$$

Фінансово-економічний аналіз безпеліційно доводить вищу рентабельність другого комплексу машин. Відповідно, саме він затверджується для практичної імплементації в процесі будівельно-монтажних робіт.

3.4 Логістичний інжиніринг та селекція транспортної інфраструктури

Для здійснення безперебійного транзиту великогабаритних залізобетонних модулів в межах будівельного кластера імплементуються спеціалізовані автотранспортні комплекси. Ідентифікація та затвердження типу рухомого складу здійснюється на базі актуалізованих довідкових нормативів, із прив'язкою до масо-габаритних специфікацій вантажів. Організаційно-технологічна схема проекту передбачає подачу елементів під монтаж безпосередньо з площі приоб'єктного складу. Специфікація залученої логістичної техніки систематизована у Таблиці 3.

Таблиця 3 - Селекційна матриця транспортних засобів

Транспортований ел-нт	Вага од., т	Лінійні розміри, м			Тип транспортного агрегату	Марка тягача	Вантажопідйомність, т	Кількість елементів за рейс	Загальна вага, т
		Довж.	Шир.	Товщ.					
Колона	11,4	14,2	0,8	0,4	ПКС 2206	КрАЗ 258Е1	20	1	11,4
Фундаментна балка	2,9	10,7	0,3	0,4	ПКС 2206	КрАЗ 258Е1	20	6	17,4
Ферма	11,2	30	0,35	3,45	2ПФ 80	КРАЗ 258	20	1	11,2
Плита покриття	7	12	2,96	0,45	УПЛ-0906	ЗИЛ 130В1	15	2	14
Панель стінова	4,8	12	0,3	1,2	УПП-0907	ЗИЛ 130	12	2	9,6
Підкранова балка	11,7	12	0,65	1,4	УПР 1812	МАЗ 504В	18	1	11,7

4. Розділ технології будівництва

4.1 Організаційно-технологічна карта на виконання будівельно-монтажних процесів по зведенню будівлі

Базуючись на імперативах вихідного технічного завдання, в рамках організаційно-технологічного проектування згенеровано розгорнуту специфікацію префабрикованих індустріальних елементів. Цей зведений реєстр репрезентує вичерпну номенклатуру несучих та огорожувальних конструктивних модулів, імплементація яких є фундаментальною передумовою для зведення просторового кістяка одноповерхового промислового об'єкта. У структурі документа прецизійно зафіксовано масо-габаритні характеристики, просторові параметри та сумарну кількісну потребу щодо кожної уніфікованої монтажної одиниці.

Зведена експлуатаційно-технічна специфікація збірних залізобетонних елементів

№	Назва елементів	Марка елементів*	Кількість, шт.	Розміри, мм			Об'єм, м ³		Вага, т	
				довжина	ширина	товщина	Одного елемента	Усіх елементів	Одного елемента	Усіх елементів
1.	Колони крайнього ряду	K120-21 K132-7	18 22	13500 14250	700 800	400 400	3,66 4,56	65,88 100,32	9,2 11,4	165,6 250,8
2.	Колони середні	K120-28	9	13500	700	400	3,49	31,41	8,8	79,2
3.	Колони для торцевих фахверків	ЗКФ 129-1 ЗКФ141-1	24 4	12900 14100	400 400	400 400	2,06 2,26	49,44 9,04	5,12 5,64	122,88 22,56
4.	Балки підкранові – прольотом 12м	БКНБ6-1с	46	11950	1400	650	4,63	212,98	11,7	538,2
5.	Кроквяні ферми – прольотом L=18м	ФС-18-18	20	17940	2450	250	3,11	62,2	7,6	152
6.	Кроквяні ферми – прольотом L=24м	ФС-24-18	9	23940	2950	250	4,47	40,23	11,2	100,8
7.	Плити покриття - розміром 3х12м	ПНС-1	152	11960	2960	450	2,48	376,96	7,0	1064
8.	Балки фундаментні – довжиною 6 м – довжиною 12 м	ФБ6-21 ФБН-1	24 21	4450 10700	450 300	400 400	0,53 1,16	12,72 24,36	1,3 2,9	31,2 60,9
9.	Панелі стінові - розміром 6х1,2 м - розміром 12х1,2 м	ПСЛ-18 ПСЛ-20	352 272	6000 12000	1200 1200	240 300	1,7 3,4	598,4 924,8	1,9 4,8	668,8 1305,6
10.	Залізобетонні елементи воріт: – стійки, – ригелі	СВ-11 РВ-24	8 4	3600 4400	400 800	400 400	0,576 1,92	4,608 7,68	1,44 4,8	11,52 19,2
Всього		985						2521,03		4593,26

4.2 Аналітична квантифікація обсягів будівельно-монтажних процесів

Алгоритм інженерно-технологічної підготовки будівельного виробництва передбачає прецизійне обчислення фізичних обсягів базових монтажних робіт. З метою формування об'єктивної кошторисно-нормативної моделі проекту, до загального розрахункового масиву в обов'язковому порядку інтегровано обсяги супутніх технологічних операцій, які є функціонально невід'ємною складовою монтажного циклу. Експлікація цих допоміжних та фіксаційних процесів акумулює в собі наступний регламент робіт:

- жорстке анкерне замонолічування комлевих сегментів колон у порожнинах фундаментів стаканного типу із застосуванням високоміцних бетонних сумішей;
- конструктивне омонолічування стикових спряжень у системі збірних фундаментних балок (рандбалок);
- виконання розрахункових електрозварних з'єднань у критичних зонах сполучення закладних деталей підкранових конструкцій із несучими консолями вертикальних стійок;
- формування надійних дугових зварних контактів між елементами несучого кістяка (кроквяними фермами) та жорстким диском огорожувальних елементів покриття (залізобетонних плит);
- фінальне ін'єктування (залівку розчином) та герметизацію монтажних швів периметрального контуру стінових панелей.

№ п/п	Назва робіт	Одиниця виміру	Формула підрахунку	Обсяг	Для збірних елементів	
					Маса, т	Об'єм, м³
1	2	3	4	5	6	7
1	Монтаж колон крайніх рядів до 10т	шт.	-	18	165,6	65,88
2	Монтаж колон крайніх рядів до 13т	шт.	-	22	250,8	100,32
3	Монтаж колон середніх рядів до 10т	шт.	-	9	79,2	31,41
4	Монтаж фахверкових колон до 6т	шт.	-	28	145,38	58,48
5	Забивка стиків колон	шт.	-	57	-	-
6	Монтаж підкранових балок 12 м	шт.	-	46	538,2	212,98
7	Електрозварювання стиків підкранових балок з колонами	10 п.м.	$46 \cdot 1,2/10$	5,52	-	-
8	Монтаж кроквяних ферм 18 м	шт.	-	20	152	62,2
9	Монтаж кроквяних ферм 24 м	шт.	-	9	100,8	40,23
10	Електрозварювання стиків ферм	п.м.	$29 \cdot 1,5/10$	4,35	-	-
11	Монтаж плит покриття	шт.	-	152	1064	376,96
12	Електрозварювання стиків плит покриття	п.м.	$152 \cdot 0,15/10$	2,28	-	-
13	Заливка швів плит покриття	м	$L=(a+b) \cdot n+P/2$	2490	-	-
14	Монтаж стінових панелей 1,2х6м	шт.	-	352	668,8	598,4
15	Монтаж стінових панелей 1,2х12м	шт.	-	272	1305,6	924,8
16	Зварювання стиків стінових панелей з колонами	п.м.	$624 \cdot 0,2/10$	12,48	-	-
17	Заробка швів між стіновими панелями усіх типів (1,2х6, 1,2х12 ззовні всередині)	м	$L=(a+b) \cdot n+P$ $L=a \cdot n+P$	6544,8 5796	-	-
18	Монтаж фундаментних балок 6м	шт.	-	24	31,2	12,72
19	Монтаж фундаментних балок 12м	шт.	-	21	60,9	24,36
20	Монтаж стійок воріт	шт.	-	8	11,52	4,61
21	Монтаж ригелів воріт	шт.	-	4	19,2	7,68
22	Електрозварювання ригелів воріт	п.м.	$n \cdot 0,6/10$	0,24	-	-
23	Розвантаження ЗБК	100 т	-	4593,26		

4.3 Комплексне визначення потреби в матеріально-технічних ресурсах, префабрикатах та індустріальних виробах

Базуючись на результатах аналітичної квантифікації фізичних обсягів будівельно-монтажних процесів, а також із залученням актуалізованої нормативно-довідкової бази (ресурсних елементних кошторисних норм), ініціюється процес формування розгорнутої номенклатури ресурсних витрат. Даний алгоритм дозволяє з високою точністю акумулювати дані щодо необхідних об'ємів базових будівельних матеріалів, технологічних напівфабрикатів та префабрикованих залізобетонних конструкцій. Фінальним етапом цього організаційно-технологічного розрахунку є генерація зведеної відомості матеріально-технічного забезпечення. Цей документ слугує фундаментальним базисом для оптимізації

внутрішньомайданчикових логістичних ланцюгів та безперебійного комплектування об'єкта проектування.

Зведена експлуатаційно-ресурсна відомість потреби в матеріалах,
напівфабрикатах та індустріальних виробих

№ з а / п	Табл иця ДБН Д.2.2- 7-99	Назва робіт	Вимірник	Кількість	Назва потрібних матеріалів	Одиниця виміру	Норма витрат	Загальна потреба
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	7-5- 12	Монтаж колон прямок. перетину масою до 6 т	100 шт	0,28	Колони збірні з/б	шт	100	28
					Фасонний гарячекатаний прокат	т	0,377	0,10556
					Електроди, діаметр 6мм, марка Є42	т	0,022	0,00616
					Дошки обрізні з хвойних порід	м ³	0,3	0,084
					Суміші готові бетонні важкі, марка В22,5	м ³	13,8	3,864
2	7-5- 13	Монтаж колон прямок. перетину масою до 10т	100 шт	0,27	Колони збірні з/б	шт	100	27
					Фасонний гарячекатаний прокат	т	0,444	0,11988
					Електроди, діаметр 6мм, марка Є42	т	0,026	0,27
					Дошки обрізні з хвойних порід	м ³	0,32	0,0864
					Суміші готові бетонні важкі, марка В22,5	м ³	17,2	4,644
3	7-5- 14	Монтаж колон прямок. перетину масою до 15т	100 шт	0,22	Колони збірні з/б	шт	100	22
					Фасонний гарячекатаний прокат	т	0,444	0,09768
					Електроди, діаметр 6мм, марка Є42	т	0,026	0,02028
					Дошки обрізні з хвойних порід	м ³	0,35	0,077
					Суміші готові бетонні важкі, марка В22,5	м ³	18	3,96
4	7-1- 15	Монтаж фундаментних балок до 6м	100 шт	0,24	Балки збірні з/б	шт	100	24
					Цвяхи будівельні з плоскою головкою 1,8х50мм	т	0,00276	0,0006624
					Проволока сталева, діаметром 1,6мм	т	0,001	0,00024
					Фасонний гарячекатаний прокат	т	0,444	0,10656
					Змазка, солідол жировий «Ж»	т	0,0093	0,002232
					Дошки обрізні з хвойних порід, товщина 44мм	м ³	0,05	0,012
					Щити опалубки	м ²	5,65	1,356
					Суміші бетонні готові важкі, В15	м ³	3,05	0,732
					Розчин готовий кладочний важкий цементний, М50	м ³	0,42	0,1008

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	7-1-16	Монтаж фундаментних балок більш 6м	100 шт	0,21	Балки збірні з/б	шт	100	21
					Цвяхи будівельні з плоскою головкою 1,8х50мм	т	0,00552	0,0011592
					Проволока сталевая, діаметром 1,6мм	т	0,001	0,00021
					Фасонний гарячекатаний прокат	т	0,444	0,09324
					Змазка, солідол жировий «Ж»	т	0,0163	0,003423
					Дошки обрізні з хвойних порід, товщина 44мм	м ³	0,065	0,01365
					Щити опалубки	м ²	11,03	2,3163
					Суміші бетонні готові важкі, В15	м ³	2,84	0,5964
					Розчин готовий кладочний важкий цементний, М50	м ³	0,52	0,1092
6	7-9-13	Укладання підкранових балок масою до 12т	100 шт	0,46	Балки підкранові	шт	100	46
					Електроди, діаметр 6 мм, марка Э42	т	0,33	0,1518
					Деталі кріплення	т	1,81	0,8326
7	7-12-9	Монтаж крокв. ферм, прольотом 18м з вагою до 10т	100 шт	0,2	Конструкції збірні	шт	100	20
					Електроди, діаметр 6мм, марка Є42	т	0,16	0,0384
					Деталі кріплення	т	2,52	0,6048
8	7-12-19	Монтаж крокв. ферм, прольотом 24м з вагою до 20т	100 шт	0,09	Конструкції збірні	шт	100	33
					Електроди, діаметр 6мм, марка Є42	т	0,16	0,0144
					Деталі кріплення	т	3,52	0,3168
9	7-13-17	Плити покриття довжиною до 12м площею до 40м ²	100 шт	1,52	Конструкції збірні	шт	100	152
					Проволока сталевая, діаметром 1,6мм	т	0,04	0,0608
					Руберойд підкладочний	м ²	79,26	120,4752
					Електроди, діаметр 6мм, марка Є42	т	0,03	0,0456
					Рогожа	м ²	95,6	145,312
					Дошки обрізні з хвойних порід	м ³	0,83	1,2616
					Деталі кріплення	т	0,12	0,1824
					Суміші бетонні готові важкі, В10	м ³	19	28,88
					Розчин готовий, цементно-вапняний	м ³	0,6	0,912
10	7-16-1	Монтаж стінових панелей зовнішніх стін довжиною до 7м площею до 10м ²	100 шт	3,52	Конструкції збірні	шт	100	352
					Електроди, діаметр 6мм, марка Є42	т	0,1	0,352
					Деталі кріплення	т	0,2	0,704
11	7-16-4	Монтаж стінових панелей зовнішніх стін довжиною більш 7м площею більше 15м ²	100 шт	2,72	Конструкції збірні	шт	100	272
					Електроди, діаметр 6мм, марка Є42	т	0,1	0,272
					Деталі кріплення	т	0,2	0,544

1 2	7-25-3	Монтаж розпашних воріт з установкою бетонних стовпів	100 шт	0,04	Стовпи з/б	шт	200	8
					Полотна воріт	шт	200	8
					Щебінь	м ³	6	0,24
					Електроди, діаметр 6мм, марка Є42	т	0,03	0,0012
1 3	7-19-1	Герметизація швів стінових панелей цемент. розчином	100 м	65,45	Розчин	м ³	0,84	54,978

4.4 Консолідована ресурсна матриця розрахункової потреби в матеріально-технічних компонентах, технологічних префабрикатах та збірних індустріальних конструкціях

Даний агрегований аналітичний реєстр репрезентує фінальний етап кошторисно-нормативного моделювання об'єкта.

№	Матеріали	Одинці виміру	Кількість
1	Балки фундаментні	шт.	45
2	Колони збірні з/б	шт.	57
3	Балки підкранові	шт.	46
4			
5	Ферми кроквяні	шт.	29
6	Плити покриття	шт.	152
7	Стінові панелі	шт.	624
8	Ригелі залізобетонні для воріт	шт.	4
9	Стовпи залізобетонні для воріт	шт.	8
10	Полотна воріт	шт.	8
11	Фасонний гарячекатаний прокат	т	0,52292
12	Електроди	т	1,17184
13	Лісоматеріали	м ³	1,53465
14	Бетон	м ³	42,6764
15	Цвяхи	кг	0,00182
16	Проволока сталева	т	0,06125
17	Замазка	кг	0,00182
18	Щити опалубки	м ²	3,6723
19	Деталі кріплення	т	3,1846
20	Руберойд підкладочний	м ²	120,475
21	Рогожа	м ²	145,312
22	Щебінь	м ³	0,24
23	Розчин	м ³	56,1

4.5 Аналітична калькуляція фонду трудовитрат та фінансово-економічних асигнувань

Нормативно-розрахункова калькуляція трудомісткості процесів та обчислення відповідного фонду оплати праці виступає фундаментальним базисом для синтезу підсумкових техніко-економічних індикаторів проекту. Окрім цього, згенерований масив даних відіграє роль ключового драйвера для просторово-часового моделювання будівельного виробництва — формування деталізованого календарного графіка виконання монтажних робіт.

У процесі архітектонічної побудови даної калькуляційної моделі здійснюється тотальна агрегація витрат машинного часу, людських ресурсів та фінансових еквівалентів заробітної плати. Диференціація витрат охоплює як домінантні технологічні цикли (безпосереднє просторове позиціонування та монтаж конструктивів, виконання електрозварювальних операцій, герметизацію та замонолічування стикових вузлів), так і комплекс допоміжних (супутніх) процесів. До останніх належать логістичні операції (розвантаження, сортування та складування елементів на приоб'єктних майданчиках), а також інсталяція та подальший демонтаж засобів підмоцнування (інвентарних риштувань, монтажних драбин, підвісних кошиків тощо), які не імплементовані в базові розцінки. Алгоритм нормування суворо підпорядковується регламентам збірників Єдиних норм і розцінок (ЄННР) № 1, 4, 5, 6 та 22.

Після аналітичної ідентифікації та кількісної оцінки всіх ресурсних витрат, притаманних основним та допоміжним стадіям виробництва, виконується їхня математична суперпозиція (підсумовування). Інтегровані показники загальної трудомісткості та сукупного фонду заробітної плати дозволяють прецизійно вивести комплексну норму робочого часу, яка екстраполюється на одну стандартизовану конструктивну одиницю (монтажний префабрикат).

Нормативно-кошторисна матриця трудових і фінансових витрат на просторове встановлення несучих колон (монтажний цикл №1)

№	ЕНПР	Назва робіт	Обсяг робіт		На один. виміру		На весь обсяг		Склад ланки
			Одиниці виміру	Кількість	Н часу, люд.год. маш.год.	Розц, грн.	Труд-кість люд.год. маш.год	Зарпл. грн.	
2	1	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Е1-5 таб.2	Розвантаження з розкладанням масою до 6т до 10т до 13т	100 т	1,45	<u>3,8</u>	62,86	<u>5,51</u>	91,15	Машиніст 6р-1 Такелаж. 2р-2
				2,45	<u>3,2</u>	53,78	<u>7,84</u>	131,76	
				2,51	<u>1,6</u>	50,42	<u>3,92</u>	123,53	
					<u>3</u>		<u>7,53</u>		
				1,5	1,5		3,77		
2	Е4-1-4 таб.2	Установка колон стріловим краном в фундаменти масою до 6 т масою до 10 т масою до 15 т	шт	28	<u>5,5</u>	85,39	<u>154</u>	2390,92	Машиніст 6р-1 Монтажники: 5р-1; 4р-1; 3р-2; 2р-1
					1,1		30,8		
				27	<u>7</u>	116,44	<u>189</u>	3143,88	
					1,4		37,8		
				22	<u>9</u>	213,47	<u>198</u>	4696,34	
					1,8		39,6		
3	Е4-1-54 т.1, п.19	Забивка стиків колон з фундаментами:							
		а) приймання бетонної суміші із кузова авто-самоскида до поворотної бадді.	100м ³	0,12	<u>8,2</u> -	137,80	<u>0,98</u> -	16,54	Бетонник-2р-1
Е-1-5 т.2 п.16	б)подача бетонної суміші до місця укладання стріловим краном.	м ³	12,47	<u>0,29</u> 0,145	4,87	<u>3,62</u> 1,81	60,73	Машиніст 6р-1 Такелаж. 2р-2	
Е4-1-25 таб.1 п.1	в)забивка стиків колон з фонд-м бетоном М300 на дрібній фракції.	1 стик	57	<u>1,2</u> -	23,59	<u>68,4</u> -	1344,63	Монтажник 4р.-1; 3р.-1	

Норма часу на одну колону

$H_c = 634,88 / 57 = 11,14$ люд-год

$P = 11999,48 / 57 = 210,52$ грн

634,88 11999,48

120,46

Ресурсно-кошторисна експлікація трудових і фінансових асигнувань на просторову інтеграцію підкранових балок (монтажний цикл №2)

№	ЕНП	Назва робіт	Об'єм робіт		На один. виміру		На весь об'єм		Склад ланки робітників
			Одиниці виміру	Кількість	Н часу, люд.год. маш.год.	Розц. грн.	Трудовість, люд.год. маш.год.	Зарпл. грн.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	E1-5т.2 п.12	Розвантажування підкранових балок до 13т краном	100 т	5,38	$\frac{3}{1,5}$	50,42	$\frac{16,14}{8,07}$	271,26	Машиніст 6р-1 Такелаж. 2р-2
2	E4-1-6т.3 п.4	Установка підкранових балок вагою до 11 т в проектне положення	шт	46	$\frac{7,5}{1,5}$	145,55	$\frac{345}{69}$	6695,30	Машиніст 6р-1 Монтажн. 5р-1; 4р-1; 3р-2; 2р-1
3	E22-1-6	Електрозварювання стиків підкранових балок з колонами	10 п.м.	5,52	$\frac{2,5}{-}$	52,10	$\frac{13,8}{-}$	287,59	Електрозвар. 4р-1

Норма часу на одну підкранову балку

$N_{\text{ч}}=374,94/46=8,15$ люд-год

$P=7254,15/46=154,7$ грн

374,94

77,07

7254,15

Нормативно-розрахункова матриця трудових та фінансових витрат на
просторове зведення несучого та огорожувального комплексу покриття
(монтажний цикл №3)

№	ЕНР	Назва робіт	Об'єм робіт		На один.виміру		На весь об'єм		Склад ланки робітників
			Один. виміру	Кіль- кість	Н часу, люд.год. маш.год.	Розц, грн.	Трудом, люд.год. маш.год.	З/п, грн.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	E1-5т.2п.12	Розвантаження конструкцій покриття масою до 7т до 8т до 13т	100 т	10,64 1,52 1,01	<u>3,6</u> 1,8 <u>3,4</u> 1,7 <u>3</u> 1,5	60,5 57,14 50,42	<u>38,3</u> 19,15 <u>5,17</u> 2,58 <u>3,03</u> 1,52	643,72 86,85 50,92	Машиніст 6р-1 Такелаж. 2р-2
2	4-1-5 Пр-1	Укрупнююча збірка ферм прогоном 24м	шт.	9	<u>16,8</u> 3,4	350,11	<u>151,2</u> 30,6	3150,99	Монтажник 6р-1, 4р-2 3р-1, 2р-1 Електрозв. 5р-1 Машиніст 6р-1
3	E4-1-6 т.4 п.3	Установка кроквяних ферм проектне положення прогоном 18 м прогоном 24 м	шт	20 9	<u>8</u> 1,6 <u>9,5</u> 1,9	166,72 197,98	<u>160</u> 32 <u>89,55</u> 17,1	3334,40 1781,82	Машиніст 6р-1 Монтажн. 6р-1; 5р-1; 4р-1; 3р-2; 2р-1
4	т.п.11 E4-1-7	Монтаж плит покриття площею до 36 м ²	шт	152	<u>1,9</u> 0,47	36,87	<u>288,8</u> 71,44	5604,24	Машиніст 4р-1,3р-2 2р-1 Такелаж. 2р-2
5	E22-1-6	Електрозварювання стиків констукцій покриття з колонами	10 п.м.	6,63	<u>2,5</u> -	52,10	<u>16,58</u> -	345,42	Електрозв. 4р-1
6	E5-1-2 т.7 п.9	Зняття монтажних гойдалок та драбин	шт	58 58	<u>0,37</u> 0,18 <u>0,62</u> 0,31	7,27 12,19	<u>21,46</u> 10,44 <u>35,96</u> 17,98	421,66 707,02	Монтажник 4р-1 3р-1 Машиніст 6р-1

Норма часу на один елемент:

$N = 810,05 / 181 = 4,48$ люд-год

$P = 16127,04 / 181 = 89,10$ грн

810,05 16127,04

202,81

Локальна калькуляційна відомість акумуляції ресурсних та грошових фондів на влаштування вертикального стінового огородження (монтажний цикл №4)

№	ЕНР	Назва робіт	Об'єм робіт		На один. виміру		На весь об'єм		Склад ланки робітників
			Один. виміру	Кількість	Н часу, люд.год. маш.год.	Розп грн.	Трудом люд.год. маш.год.	Зарпл грн.	
1	3	2	4	5	6	7	8	9	10
1	Е1-5 т.2 п.5	Розвантаження фундаментних балок, стінових панелей, ригелів та елементів воріт масою до 1,5т до 2т до 3т до 5т	100 т	0,43	$\frac{8,8}{4,4}$	147,88	$\frac{3,78}{1,89}$	63,59	Машиніст 6р-1 Такелаж. 2р-2
				6,69	$\frac{7,2}{3,6}$	121,00	$\frac{48,17}{24,08}$	809,49	
				0,61	$\frac{5,4}{2,7}$	90,75	$\frac{3,29}{1,64}$	55,36	
				13,06	$\frac{4,2}{2,1}$	70,58	$\frac{5,85}{27,43}$	921,77	
2	Е4-1-8	Установка стінових панелей площею до 10м ² площею до 15м ²	шт	352	$\frac{3}{0,75}$	58,97	$\frac{1056}{264}$	20757,44	Монтажники 5р-1 4р-1 3р-1 2р-1 Машиніст 6р-1
				272	$\frac{4}{1}$	78,63	$\frac{1088}{272}$	21387,36	
3	Е22-1-6	Електрозварювання стиків стінових панелей з колонами	10 п.м.	12,48	$\frac{2,5}{-}$	52,10	$\frac{31,2}{-}$	650,21	Електрозварник-4р-1
4	Е4-1-6 т.3 п.2	Монтаж фундаментних балок масою до 1,5т масою до 3т	шт	24	$\frac{1,1}{0,22}$	21,62	$\frac{26,4}{5,28}$	518,88	Монтажники 5р-1 4р-1 3р-2 2р-1 Машиніст 6р-1
				21	$\frac{1,9}{0,38}$	36,87	$\frac{39,9}{7,98}$	774,27	
5	4-1-6	Розвантаження елементів воріт масою до 1,5т до 5т	100т	0,12	$\frac{8,8}{4,4}$	147,88	$\frac{1,06}{0,53}$	17,75	Такелаж. 2р-2 Машиніст 6р-1
				0,19	$\frac{4,6}{2,3}$	77,30	$\frac{0,87}{0,44}$	14,69	
6	Е1-5	Монтаж з/б елементів воріт	1ел.	4	$\frac{2,4}{0,48}$	46,57	$\frac{9,6}{1,92}$	186,28	Монтажн. 5р-1, 4р-1, 3р-2, 2р-1 Машин. 6р-1
				8	$\frac{1,4}{0,28}$	27,17	$\frac{11,2}{2,24}$	217,36	
7	Е4-1-6	Електрозварювання стиків елементів воріт	10м шва	0,24	$\frac{2,5}{-}$	52,10	$\frac{0,6}{-}$	12,5	Електрозв. 4р-1

Норма часу на один елемент:

$N_{\text{ч}} = 2325,92 / 681 = 3,42$ люд.-год.

$P = 46386,95 / 681 = 68,12$ грн.

2325,92 46386,95

609,43

Ресурсно-економічна експлікація витрат на технологічну герметизацію та
термоізоляційне ін'єктування стикових спряжень стінових панелей
(технологічний цикл №5)

№	ЕНПР	Назва робіт	Об'єм робіт		На один. виміру		На весь об'єм		Склад ланки робітників в
			Один. виміру	Кількість	Норма часу, <u>люд.год.</u> маш.год.	Розці нка, грн.	Трудом істкість , <u>люд.год.</u> маш.год.	Зарплата, грн.	
1	3	2	4	5	6	7	8	9	10
1	E4-1-28 п.1,2	Конопатка, зачеканка і розшивка швів між стіновими панелями цементним розчином з підвісної люльки зовні будівлі з установленням та переміщенням підвісної люльки	10 м шва	654,48	<u>2,7</u> -	56,27	<u>1767,1</u> -	36827,59	Монтаж. 4 р-л
2	E4-1-28 п.5,6	Конопатка, зачеканка і розшивка швів між стіновими панелями цементним розчином з підвісної люльки знутри будівлі з установленням та переміщенням підвісної люльки	10 м шва	579,6	<u>1,22</u> -	25,42	<u>707,11</u> -	14733,43	Монтаж. 4 р-л

Норма часу на 1 м шва:

$H_c = 2474,21 / 1234,08 = 2,0$ люд.-год.

$P = 46386,95 / 1234,08 = 37,59$ грн.

2474,21

46386,95

-

Аналітичне обчислення виробничих витрат на монолітне омонолічування деформаційних зазорів просторового диска покриття (технологічний цикл №6)

№	ЕНПР	Назва робіт	Об'єм робіт		На один. виміру		На весь об'єм		Склад ланки робітників
			Один. виміру	Кількість	Норма часу, люд.год. маш.год.	Розцінка, грн.	Трудовісткість, люд.год. маш.год.	Зарплата, грн.	
1	3	2	4	5	6	7	8	9	10
1	E4-1-54 п.19	Приймання бетону з кузову автосамоскиду у баддю	100 м ³	0,29	<u>8,2</u> -	137,80	<u>2,38</u> -	39,96	Бетонник 2р-2
2	E4-1-19	Заливка швів між плит покриття бетонним розчином	100 м шва	24,9	<u>4,00</u> -	78,63	<u>99,6</u> -	1957,89	Монтажники 4р-1; 3р-1
3	E1-19 п.2	Подавання суміші	м ³	28,88	<u>2,5</u> <u>1,2</u>	42,01	<u>72,2</u> <u>34,66</u>	1213,25	Монтажник 4р-1 3р-1
Норма часу на 100 м шва							<u>174,18</u>	<u>3211,1</u>	
H _н =174,18/24,9=7 люд.-год.							<u>34,66</u>		
P=3211,1/24,9=128,96 грн.									

4.6 Інженерна селекція та комплектація технологічного монтажного оснащення

Організаційно-технологічний регламент зведення індустріального каркаса вимагає прецизійного підбору спеціалізованого такелажного та допоміжного оснащення. Відповідно до функціонального призначення та специфіки кінематики робочих процесів, уся номенклатура монтажних пристосувань суворо диференціюється на три базові інфраструктурні кластери:

Вантажозахоплювальні та такелажні системи: комплекс гнучких і жорстких пристроїв (балансирні траверси, багатогілкові стропи, спеціалізовані захвати), безпосередньо орієнтованих на безпечне стропування, відрив від бази та просторове переміщення префабрикованих елементів у розрахункову зону монтажу;

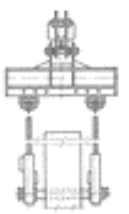
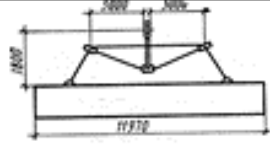
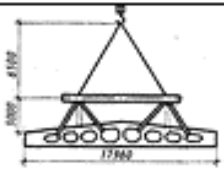
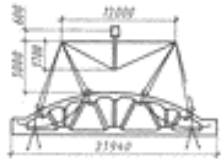
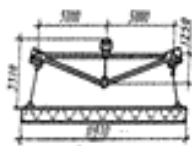
Фіксаційно-юстирувальні комплекси: спеціалізоване кондукторне та розкріплювальне оснащення (інвентарні розпірки, телескопічні підкоси, клинові вкладиші, струбцини), що імплементується для тимчасової просторової стабілізації, точної геодезичної вивірки та утримання

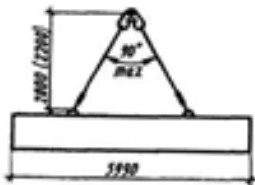
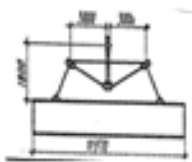
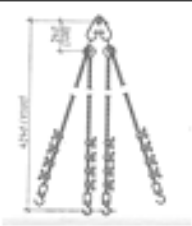
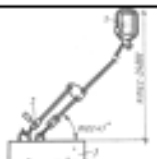
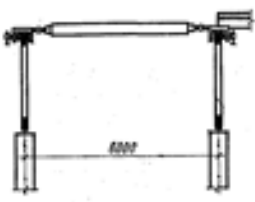
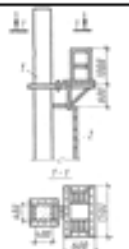
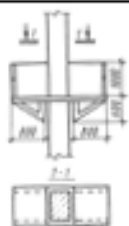
залізобетонних модулів у проектному положенні до моменту фінального замонолічування стикових вузлів;

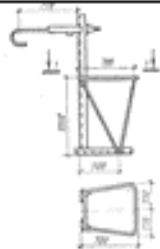
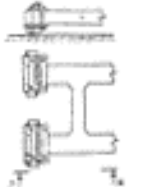
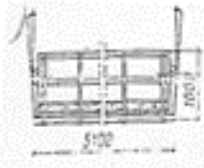
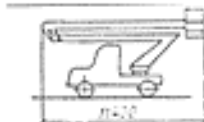
Допоміжна інвентарна інфраструктура: просторові засоби підмоцнення та системи колективної безпеки, які забезпечують ергономічний доступ монтажних ланок до висотних робочих горизонтів (пересувні риштування, навісні колиски-майданчики, маршові драбини та захисні периметральні огороження).

Алгоритм ідентифікації та затвердження найбільш раціональних конструктивних модифікацій оснащення базується на комплексному аналізі масо-габаритних специфікацій, топології монтажних петель та загальної конфігурації збірних залізобетонних конструкцій.

Синтезовані результати технічної селекції обладнання систематизовано та агреговано у форматі нижченаведеної експлуатаційно-технологічної матриці.

№ п/п	Назва монтажних елементів	Вага, т	Назва монтажних пристосувань	Характеристика			Ескіз
				Вантажність	Вага, т	Розрахункова висота, м	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Установка колон	5,12 5,64 8,8 9,2 11,4	Траверса уніфікована, ЦНПОМТП РЧ-455-69	32	0,52	1,5	
2	Установка підкранових балок 12м	11,7	Траверса, ПІ Промстальконструкція, 1968 Р-9	12	0,94	3,2	
3	Установка кроквяних ферм 18м	7,6	Траверса ПК Стальмонтаж, 1950-53	10	0,46	1,8	
4	Установка кроквяних ферм 24м	11,2	Траверса, ПІ Промстальконструкція, 15946 Р-11	25	1,75	3,6	
5	Вкладання плит покриття 3x12м	7	Траверса, ПІ Промстальконструкція, 15946Р-13	8	0,53	1,6	

1	2	3	4	5	6	7	8
6	Установка фундаментних балок та стінових панелей 6м	1,3	Строп двогілковий, ГОСТ 19144-73	5	0,02	2,2	
7	Установлення стінових панелей довжиною 12 м	4,8	Строп двох гілковий, ГОСТ 19144-73	5	0,45	1,8	
8	Вивантаження і розкладання конструкцій	-	Строп, чотирьох гілковий ПППромстальконструкція, 21059М-28	5	0,22	9,3	
9	Вивірка та тимчасове кріплення колон в стакан фундаменту	-	Клиновий вкладиш, ЦНПОМТП, №7	-	0,01	-	
10	Тимчасове кріплення колон, ферм, балок	-	Розчалка, ПППромстальконструкція, 2008-09	-	0,1	-	
11	Тимчасове кріплення кроквяних ферм при кроці 6м	-	Інвентарна розпірка, Промстальконструкція, 4234Р-44	-	0,06	-	
12	Забезпечення робочого місця на висоті	-	Навісна площадка з підвісною дровою, ПК Главстальконструкція, 229	-	0,12	-	
13	Забезпечення робочого місця на висоті	-	Навісні підмости, ПППромстальконструкція, 1942Р	-	0,06	-	

1	2	3	4	5	6	7	8
14	Забезпечення робочого місця на висоті	-	Навісна люлька, ПІ Промстальконструкція, 21059М	0,1	0,06	-	
15	Вивід колони з положення „плашма” в вертикальне положення	-	Опорне прилаштування (ПКК треста Сібстальконструкція) №2008-01;02;04	-	0,77	-	
16	Підйом робочих, інструментів та матеріалів при монтажі стінових	-	Люлька ПІ Промстальконструкція, №4533)	0,5	-	-	
17	Виконання робіт на висоті до 19м	-	Монтажна машина з шарнірною стрілою МПТС-2 на автомобілі ЗИЛ-157	0,4	11400	17,8	
18	Забезпечення робочого місця на висоті	-	Тимчасове огороження, ПІ Промстальконструкція, 4570Р-2	-	-	-	

4.7 Організаційно-технологічний регламент просторової інтеграції префабрикованих залізобетонних систем

Процесуальний алгоритм інсталяції вертикальних несучих елементів (колон).

Просторова інтеграція колон індустріальних споруд реалізується за принципом «вільного кантування в просторі». Логістична концепція передбачає або попередню розкладку модулів у зоні дії монтажного механізму, або безпосередній монтаж «з коліс» (із платформ автотранспортних засобів). Відповідно до масо-габаритних характеристик, стропування елементів масою до 10,0 т здійснюється із застосуванням фракційних (фрикційних) захоплювачів, тоді як для важчих конструкцій імплементується надійна штиррова траверса.

Кінематика переведення колони у вертикальне проектне положення реалізується за трьома базовими алгоритмами (обертання або ковзання):

Перша кінематична схема (метод просторового обертання) базується на трансляційному переміщенні кранової бази вздовж осі колони з одночасним вибором троса підйомного гака. При цьому комлева частина (башмак) жорстко стабілізується від горизонтальних зсувів, утворюючи точку шарнірного повороту.

Друга схема (метод ковзання) передбачає стаціонарну позицію стріли. Пропорційно до вертикального вектора підйому гака, опорний башмак колони плавно переміщується (ковзає) у напрямку кранового механізму, використовуючи спеціалізовані транспортні візки та напрямні (накочувальні) шляхи.

Третя кінематична модель (радіальне обертання стріли) полягає у тому, що кранова база та низ колони залишаються статичними. Динаміка підйому забезпечується виключно радіальним поворотом стрілової системи в бік опорного башмака. Радіус дії (виліт стріли) жорстко фіксується від точки стропування до точки обпирання на фундамент.

Монтажний цикл поздовжніх кранових естакад (підкранових балок)

Підготовчий етап передбачає логістичну розкладку балок паралельно їхньому фінальному просторовому положенню, з максимальною наближеністю до опорних консолей колон. Великотоннажні підкранові профілі технологічно доцільніше монтувати за схемою прямої інтеграції з транспортних платформ.

Під час відриву та переміщення вантажу, маятникові коливання та ризик колізій із колонами нівелюються за допомогою системи гнучких відтяжок (пенькових канатів). Після позиціонування балки на опорній консолі ініціюється прецизійна геодезична юстирівка: за допомогою нівелювання перевіряється висотна позначка верхньої грані, а в плані — збіг контрольних рисок на тілі балки та колони.

Корекція поздовжньої осі здійснюється шляхом локального зміщення торців елемента. Санкція на дестропування (зняття такелажу) видається виключно після надійного закріплення запобіжного (страхувального) троса. Фінальне зварювальне фіксування та монолітне закладення стикових вузлів ініціюється виключно після комплексного геодезичного аудиту всіх балок у межах температурно-деформаційного відсіку.

Формування жорсткого горизонтального диска покриття (плитних елементів)

В архітектоніці одноповерхових індустріальних об'єктів ініціація монтажу покрівельного диска стартує з укладання торцевої (крайньої) панелі. Для виконання цієї операції експлуатуються ті самі висотні підмості, з яких здійснювалася фіксація ферм. Усі подальші плити монтуються за принципом «від себе», де опорною базою для персоналу слугують раніше жорстко зафіксовані модулі.

Критичною технологічною вимогою є те, що дестропування плити санкціонується виключно після її жорсткої фіксації до закладних деталей опорних ферм мінімум у трьох розрахункових точках за допомогою дугового зварювання. Технологічним регламентом категорично забороняється імплементація тимчасових зварних прихваток — формування зварних швів проектної катетності та довжини виконується миттєво при встановленні.

Організація монтажу вертикального огороджувального контуру (стінових панелей)

Процес зведення фасадного огородження активується виключно після фінального закріплення всіх елементів несучого кістяка (колон, діагональних в'язків, кроквяних ферм) та замонолічування диска покриття в межах розрахункового температурного блоку (монтажної захватки).

У традиційній технологічній моделі позиціонування панелей реалізується стандартними стріловими кранами, при цьому робочі зони монтажників локалізуються у внутрішньому просторі цеху із застосуванням інвентарних риштувань або мобільних гідравлічних підйомників.

Більш інноваційний та рентабельний алгоритм передбачає інтеграцію спеціалізованих монтажних механізмів із баштово-стріловим обладнанням. Залучення таких високопродуктивних кранових комплексів дозволяє оптимізувати фондомісткість процесів та скоротити загальні витрати праці вдвічі порівняно з класичними методами.

Вектор просторового нарощування стінових огорожень неухильно спрямований знизу вгору, забезпечуючи послідовне перекриття фасадних площин на всю проектну висоту споруди.

4.8 Комплексний аудит та багаторівневий кваліметричний моніторинг будівельного виробництва

Стратегія забезпечення нормативної надійності та довговічності індустріального об'єкта базується на імплементації багатоступеневої системи управління якістю. Ця архітектура виробничого контролю структурно диференціюється на кілька взаємопов'язаних аналітичних стадій.

Первинний (вхідний) технологічний аудит

Базовим бар'єром якості виступає вхідний контроль префабрикатів, сировинних матеріалів та технічного обладнання. Даний етап передбачає прецизійну дефектоскопію зовнішніх поверхонь елементів, верифікацію їхніх геометричних параметрів на предмет абсолютної релевантності проектним специфікаціям та чинним державним стандартам. Паралельно здійснюється жорстка юридична експертиза супровідної документації: аналіз заводських паспортів, сертифікатів відповідності та наявності легітимних протоколів випробувань.

Операційний інструментальний моніторинг

Стрижневим індикатором якості є операційний технологічний контроль, який ініціюється безпосередньо в активній фазі будівельно-монтажних процесів або негайно по факту завершення локальної операції. У рамках цього моніторингу здійснюється перманентна перевірка дотримання технологічної дисципліни. Предметом геодезичного та метричного аудиту стають: просторова орієнтація елементів у системі координат, геометрична точність конструктивів, а також хронологічна коректність ітераційних будівельних циклів.

Паралельно виконується інструментальна валідація міцнісних, фізико-механічних та електрохімічних характеристик матеріальних ресурсів безпосередньо в момент їхньої трансформації у фінальну будівельну продукцію. Регламент операційного аудиту жорстко підпорядкований імперативам технологічних карт та схем. Ці документи детермінують вичерпну номенклатуру об'єктів контролю, встановлюють гранично допустимі відхилення (нормативні допуски), а також регламентують апаратні методи діагностики та частоту перевірок.

Приймальний інжиніринговий контроль

Фінальною стадією експертної оцінки є приймальний контроль, мета якого — технічна констатація тотожності виконаних обсягів робіт затвердженим проектним рішенням. Процедура комплексного приймання акумулює в собі:

- ревізію дотримання жорстких технологічних допусків;
- аналіз результатів незалежних лабораторних тестувань матеріалів;
- аудит коректності ведення виробничої документації (загального журналу виконання робіт та спеціалізованих журналів — зварювальних, монтажних, бетонних);
- контрольну геодезичну зйомку (розбивання) з фіксацією фактичного просторового положення інтегрованих конструктивних вузлів.

Легітимізація прихованих робіт та критичних конструкцій

Особливий правовий та технологічний регламент застосовується до процедури огляду прихованих робіт — процесів, результати яких стають недоступними для візуальної чи інструментальної ідентифікації після виконання наступних технологічних циклів (наприклад, армування перед бетонуванням).

Легітимізація таких етапів реалізується виключно через підписання Актів огляду прихованих робіт за обов'язкової присутності вповноважених резидентів Служби технічного нагляду Замовника. Активація наступних будівельно-монтажних операцій за відсутності належним чином оформлених актів на попередні приховані процеси категорично і безапеляційно заборонена.

Комплексне приймання критично відповідальних просторових конструкцій супроводжується фіксацією фактичних параметрів на виконавчих схемах та кресленнях. У випадках інтеграції архітектурно або конструктивно складних систем, до роботи кваліфікаційних комісій в обов'язковому порядку залучаються уповноважені представники авторського нагляду від генеральної проектно-організації.

4.9 Комплексний інжиніринг охорони праці та техногенної безпеки будівельно-монтажного виробництва

Просторова архітектоніка будівельного майданчика — локалізація тимчасових інфраструктурних споруд, логістичних артерій, магістралей енерго- та водопостачання, а також позиціонування вантажопідіймальних механізмів і складських терміналів — суворо детермінується затвердженням Будівельним генеральним планом та Проектом організації будівництва (ПОБ).

Ініціація нульового циклу безапеляційно вимагає попереднього облаштування під'їзних шляхів та внутрішньомайданчикових транспортних

коридорів. Локації перманентного технологічного ризику підлягають обов'язковій ідентифікації за допомогою стандартизованих візуальних маркерів та знаків безпеки. До таких зон належать: периметри високовольтних ліній, ділянки перепаду висотних відміток, що перевищують 1,3 м (за відсутності стаціонарних парпетів), траєкторії руху важкої техніки та просторові епюри переміщення підвішених вантажів. Зазначені ареали блокуються інвентарними сигнальними огороженнями. В умовах міської або щільної забудови територія будівництва ізолюється суцільним глухим парканом для абсолютного унеможливлення несанкціонованого доступу сторонніх осіб.

Світлотехнічний режим майданчика, робочих горизонтів та транспортних проїздів у темну пору доби формується відповідно до спеціалізованого електротехнічного розрахунку штучного освітлення. Лабораторний супровід та кваліметричний контроль будівельних матеріалів делегується виключно атестованим профільним лабораторіям.

Екіпірування персоналу виступає базовим бар'єром безпеки. В умовах відсутності колективних систем периметрального захисту висотні роботи виконуються виключно із застосуванням п'ятиточкових монтажних запобіжних поясів (страхувальних систем). Увесь лінійний персонал підлягає обов'язковій комплектації сертифікованими ЗІЗ (захисні каски, регламентований спецодяг, взуття з антипрокольною пішвою та захисні рукавиці).

Логістика подачі конструктивних елементів здійснюється в суворій технологічній хронології. На металоконструкціях вантажопідіймальних машин в обов'язковому порядку фіксуються графічні алгоритми (схеми) правильного стропування модулів.

Профілактичний регламент протипожежної безпеки

Комплекс превентивних протипожежних заходів на майданчику акумулює наступні імперативи:

- дотримання нормативних просторових розривів (брандмауерних дистанцій) від проєктованого об'єкта до існуючої інфраструктури;
- забезпечення безперешкодного периметрального транзиту для маневрування пожежної спецтехніки;
- попереднє (до початку основних робіт) прокладання інженерних мереж водопостачання з інтеграцією розрахункової кількості пожежних гідрантів;

- аеродинамічне позиціонування (з урахуванням рози вітрів) складських модулів із легкозаймистими та вибухонебезпечними речовинами;
- насичення робочих площ інвентарними пожежними щитами;
- обов'язкова локалізація первинних засобів пожежогасіння (вогнегасників) безпосередньо в зонах виконання вогневих та електрозварювальних робіт;
- монтаж огорожень санітарно-побутового містечка на дистанції не менше 2,0 м від стін модульних будівель;
- інсталяція акустичної системи пожежної сигналізації та оповіщення всередині побутових приміщень.

Імперативи безпечної кінематики монтажних операцій

Вектори переміщення великогабаритних модулів стабілізуються гнучкими відтяжками з метою купірування паразитних маятникових коливань та несанкціонованого осьового обертання.

Санкція на дестропування елемента видається виключно після його жорсткої фіксації, що гарантує абсолютну кінематичну незмінність та просторову стійкість системи.

Навісна допоміжна інфраструктура (драбини, майданчики) інсталюється та анкерується на конструкціях безпосередньо в нульовому положенні — до ініціації їх підйому.

Вертикальні інвентарні драбини, протяжність яких перевищує 5,0 м, в обов'язковому порядку доукомплектовуються металевими захисними дугами.

Локалізація монтажних ланок під час стикування елементів дозволяється виключно на сертифікованих засобах підмоцнування або на капітально зафіксованих конструкціях.

Електрофізична безпека гарантується обов'язковим контурним заземленням металевих корпусів зварювальних апаратів, а також безпосередньо зварюваних виробів (деталі під час роботи повинні бути знеструмлені).

Забороняється здійснювати стропування елементів та вантажів, що перебувають у гравітаційно нестійкому (балансуючому) положенні.

До початку вантажно-розвантажувальних ітерацій монтажні петлі залізобетонних префабрикатів підлягають жорсткій ревізії та механічному очищенню від шлаку чи залишків бетону.

Транзит розплавленого (гарячого) бітуму в межах робочих горизонтів виконується виключно у закритих терmostійких металевих резервуарах (бочках).

Синтез ґрунтувальних мастик реалізується за суворим хімічним протоколом: розплавлений бітум порційно ін'єктується у розчинник (реверсивне змішування категорично заборонено).

Вантажозахоплювальні системи підбираються строго відповідно до масо-габаритних характеристик вантажу. Конфігурація багатогілкових стропів розраховується таким чином, щоб просторовий кут між суміжними робочими гілками не перевищував 90° .

До моменту відриву вантажу оператор стрілового крана зобов'язаний інструментально верифікувати (за індикаторами) точну відповідність фактичного вильоту стріли розрахунковій масі підвішеного елемента.

Просторова компоновка штабелів здійснюється за принципом рівномірного розподілу навантажень, без перевищення нормативних висотних габаритів та з безумовним збереженням логістичних проїздів і шляхів евакуації.

5. Розділ організації будівництва

5.1 Аналітична квантифікація та експлікація фізичних обсягів будівельно-монтажних процесів

Математичне моделювання та просторова квантифікація фізичних обсягів виробничих процесів базується на комплексному аудиті затвердженої архітектурно-конструктивної документації. Фундаментальним масивом вихідних даних для метричної екстраполяції слугують базові графічні проекції (ортогональні розпланування, фасадні розгортки, вертикальні профілі та розрізи), а також спеціалізовані розрахункові додатки, синтезовані на стадії робочого проектування об'єкта.

Вектор інженерних обчислень спрямований на детальну декомпозицію технологічних циклів із влаштування монолітної залізобетонної бази нульового циклу (фундаментних систем) та подальшої просторової інтеграції несучого кістяка каркасної споруди, сформованого зі збірних індустріальних префабрикатів. Фінальна систематизація та агрегація результатів проведених обчислювальних ітерацій жорстко структурована у форматі зведеної аналітичної матриці.

Консолідований аналітичний реєстр квантифікованих обсягів будівельно-монтажних процесів

№ за/п	Найменування робіт	Об'єм робіт	
		Од. виміру	Кількість
1	2	3	4
1	Планування майданчика $(S \times 1,15) = (108 \times 18 + 84 \times 42) \times 1,15 = 5472 \times 1,15$	1000 м ²	6,29
2	Зрізання рослинного шару товщиною 15 см $(S \times 0,15) = 5472 \times 0,15$	1000 м ³	0,821
3	Розробка ґрунту екскаватором з ємк. ковша 0,5 м ³ у відвал $(V_k = S \times h - V_r) = 5472 \times 2,25 - 1360$	1000 м ³	10,95
4	Те ж з завантаженням в автосамоскиди $(V_r = V_{нф} + V_{фк} + V_{фo} + S \times (0,1 + 0,02)) = 56 + 405 + 240 + 5472 \times 0,12$	1000 м ³	1,36
5	Розробка ґрунту вручну (підчистка) $(\text{кільк. фунд.} \times S_{ф} \times 0,1) = (1,5 \times 1,5 \times 14 + 3,3 \times 2,4 \times 67) \times 0,1$	100 м ³	0,56

6	Бетонна підготовка під фундаменти (кільк.фунд. $\times S_{\text{ф}} \times 0,1$) = $(1,5 \times 1,5 \times 14 + 3,3 \times 2,4 \times 67) \times 0,1$	100 м ³	0,56
7	Влаштування монолітних фундаментів ($V_{\text{ф}} = \Sigma \text{кільк.фунд.} \times V_{\text{ф}} = 14 \times 2,1 + 67 \times 5,602 = 29,4 + 375,33$)	100 м ³	4,05
8	Влаштування фундаментів під обладнання ($V_{\text{ф}} = 80 \text{ м}^3 \times \text{кільк.прольотів} = 80 \times 3$)	100 м ³	2,4
9	Гідроізоляція фундаментів вертикальна $14 \times 8,28 + 67 \times 13,86$	100 м ²	10,45
10	Гідроізоляція фундаментів горизонтальна $14 \times 1,44 + 67 \times 4,5$	100 м ²	3,22
11	Зворотна засипка бульдозером 80 л.с. ($V_{\text{в}}$)	1000 м ³	10,95
12	Ущільнення ґрунту при зворотній засипці ($V_{\text{в}}$)	1000 м ³	10,95
13	Монтаж колон	шт.	81
14	Монтаж підкранових балок	шт.	64
15	Монтаж конструкцій покриття (S)	м ²	54,72
16	Монтаж конструкції огорожі ($S_{\text{о}} = P \times h$) = $198 \times 18 + 210 \times 15,6 + 2,4 \times 42$	м ²	6940,8
17	Влаштування пароізоляції в один шир (S)	100 м ²	54,72
18	Влаштування цементно-піщаної стяжки (t=20 мм) (S)	100 м ²	54,72
19	Влаштування утеплювача плитного (S)	100 м ²	54,72
20	Наклеювання тришарового рулонного килиму (S)	100 м ²	54,72
21	Оздоблення покрівельною сталлю ($0,7 \times L$) = $0,7 \times (252 + 210)$	100 м ²	3,23
22	Фарбування стін з середини приміщень ($S_{\text{о}}$)	100 м ²	69,41
23	Фарбування фасадів ($S_{\text{о}}$)	100 м ²	69,41
24	Фарбування заповнень віконних прорізів (30 % $S_{\text{о}}$)	100 м ²	20,82
25	Фарбування конструкцій покриття ($S \times 1,6$)	100 м ²	87,55
26	Ущільнення ґрунту щебнем (S)	100 м ²	54,72
27	Влаштування чорнової бетонної підлоги (t=100 мм) (S)	100 м ²	54,72
28	Влаштування чистої підлоги (t=20 мм) (S)	100 м ²	54,72
29	Засклення металевих рам промислових будівель (30 % $S_{\text{о}}$)	100 м ²	20,82
30	Сантехнічні роботи ($V_{\text{срх}} \times 0,03$)	3%	1135,56
31	Електротехнічні роботи ($V_{\text{срх}} \times 0,03$)	3%	1135,56
32	Благоустрій території ($V_{\text{срх}} \times 0,01$)	1%	378,52
33	Підготовка до здачі		
34	Монтаж обладнання ($V_{\text{срх}} \times 0,1$)	10%	5677,86
35	Пусконаладжувальні роботи ($V_{\text{срх}} \times 0,005$)	0,5%	189,26

Аналітична матриця-детермінант структурно-топологічних параметрів
 організаційно-технологічної мережевої моделі (Картка-визначник)

№	Назва робіт та комплекс робіт	Обсяг робіт		Код роботи	Норма на одиницю виміру.		Трудоємність на весь обсяг				Основні механізми		Виконавець		Число змін	Привалість, дні
		Одн. виміру	Кількість		люд-год	маш-год	Норм.	Прин.	Норм.	Прин.	Наймен.	Кільк.	Проф.	Бригада		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Планування майданчика	1000 м ²	6,29	РЭСН 1-30-1	-	0,6	-	-	3,77	8,0	ДЗ-19	-	Машиніст бр-1	1	1	1
2	Зрізання рослинного шару	1000 м ²	0,821	РЭСН 1-24-2	-	19,55	-	-	16,05	16,0	ДЗ-19	-	Машиніст бр-1	1	2	1
3	Розробка ґрунту екскаватором з ємк. коша 0,5 м ³ у відвал I II III	1000 м ²	10,95 3,795 3,072 4,083	РЭСН 1-12-14	19,55	42,5	214,07 74,19 60,06 79,82	-	465,38 161,29 130,56 173,53	392 136 112 144	КАМА3 5511	1,5	Машиніст бр-1, Бойдін 2хк-5	1-5	2 2 2	8,5 7 9
4	Те ж з навантаженням в везетсамоскиди I II III	1000 м ²	1,37 0,579 0,329 0,432	РЭСН 1-17-14	22,1	63,92	30,06 12,8 7,27 9,99	-	86,93 37,01 21,03 28,89	72 32 16 24	КАМА3 5511	1,5	Машиніст бр-1 Бойдін 2хк-5	1-5	2 2 2	2 1 1,5

5	Розробка ґрунту вручну (підчистка) I II III	100 м ²	0,56 0,33 0,08 0,15	РДСН 1-164-2	261,8	-	146,6 86,39 20,94 39,27	128 80 16 32	- - - -	-	-	2 2 2 2	2 2 2 2	2,5 0,5 1 1
6	Бетонна підготовка під фундаменти I II III	100 м ²	0,56 0,33 0,08 0,15	РДСН 6-1-19	527,8	94,56	295,56 174,17 42,22 79,17	256 160 32 64	52,94 31,2 7,56 14,18	КС-2561Е	І	2 2 2 2	2 2 2 2	5 1 1 2
7	Влаштування монолітних фундаментів I II III	100 м ²	4,05 2,32 0,59 1,14	РДСН 6-1-8	340,75	66,85	1380,04 790,54 201,04 388,46	1280 704 192 384	304,17 143,73 55,49 104,95	КС-2561Е	І	8 2 2 2	8 2 2 2	5,5 1,5 1,5 3
8	Влаштування фундаментів під обладнання I II III	100 м ²	2,4 0,8 0,8 0,8	РДСН 6-4-5	268,25	39,45	643,8 214,6 214,6 214,6	576 192 192 192	94,68 31,56 31,56 31,56	КС-2561Е	І	4 2 2 2	4 2 2 2	3 3 3 3
9	Вертикальна гідроізоляція фундаментів I II III	100 м ²	10,45 5,88 1,58 2,99	РДСН 8-4-7	33,5	1,11	350,08 196,98 52,93 100,17	320 176 48 96	11,59 6,53 1,75 3,31	Ізомалянік	-	2 2 2 2	2 2 2 2	5,5 1,5 1,5 3
10	Горизонтальна гідроізоляція фундаменту I II III	100 м ²	3,22 1,86 0,37 0,99	РДСН 8-4-3	31,76	3,24	102,26 59,07 11,75 31,44	96 48 16 32	10,44 6,03 1,2 3,21	Ізомалянік	-	2 2 2 2	2 2 2 2	1,5 0,5 1 1
11	Зворотна засипка бульдозером 80 л.с. I II III	1000 м ²	10,95 3,795 3,072 4,083	РДСН 1-27-2	-	13,75	-	-	150,56 52,18 42,24 56,14	ДЗ-19	І	1 2 2 2	1 2 2 2	3 3 2,5 3

12	Ущільнення ґрунту при зворотній засипці I II III	1000 м ³	10,95 3,795 3,072 4,083	РДСН 1-132-4	-	16,76	-	183,51	168 56 48 64	ДУ-50	I	Машинист 6р-1	1	2	3,5 3 4
13	Монтаж колон I II III	III	81 44 13 24	Калькуляція	13,25	2,64	1073,25 583 172,25 318	920 480 160 280	213,84 116,16 34,32 63,36	СКГ-50	I	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-2	5	2	6 2 3,5
14	Монтаж підкранових балок I II III	III	64 36 7 21	Калькуляція	7,47	1,91	478,07 268,92 52,28 156,87	440 240 40 160	122,24 68,76 13,37 40,11	СКГ-50	I	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-2, 2р-1	5	2	3 0,5 2
15	Монтаж ферм покриття 18м Монтаж ферм покриття 24м Монтаж плит покриття 6х1,5м Монтаж плит покриття 12х3м	III	352 236 51 65	Калькуляція	2,66	0,67	936,32 627,76 135,66 172,9	840 560 120 160	233,84 158,12 34,17 43,55	СКГ-50	I	Монтажник 5р-1, 4р-2, 3р-1, Електрошвар. 5р-1	5	2	7 1,5 2
16	Монтаж стінових панелей Монтаж фундаментних балок Монтаж елементів воріт I II III	III	773 392 144 160	Калькуляція	3,31	0,85	2303,76 1297,52 476,64 529,6	2000 1120 400 480	1051,44 582,66 226,98 241,8	С-125ВВ	-	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-2, 2р-1	5	2	14 5 6
17	Ущільнення ґрунту щебнем I II III	100 м ³	54,72 19,44 15,12 20,16	РДСН 1-136-1	1,21	1,21	66,21 23,52 18,3 24,39	80 32 16 32	66,21 23,52 18,3 24,39	-	-	Бетонник 2р-2	2	2	1 0,5 1

18	Улаштування чорнової підлоги I II III	100 м ²	54,72 19,44 15,12 20,16	РЄСН 11-14-1	47,87	-	2619,44 930,59 723,79 945,06	2240 800 640 800	-	-	-	3р-2, 2р-1 бетоннак 4р-2	5	2	10 8 10
19	а) Влаштування пароізоляції в один шар I II III	100 м ²	54,72 19,44 15,12 20,16	РЄСН 12-20-4	14,69	-	803,83 285,57 222,11 296,15								
20	б) Влаштування утеплювача плитного I II III	100 м ²	54,72 19,44 15,12 20,16	РЄСН 12-18-3	63,67	-	3484,02 1237,74 962,69 1283,59								
21	в) Улаштування цементно-піщаної стяжки I II III	100 м ²	54,72 19,44 15,12 20,16	РЄСН 12-22-1	38,39	-	2100,7 746,3 580,46 773,94								
22	г) Наклеювання тришарового рулонного килиму I II III	100 м ²	54,72 19,44 15,12 20,16	РЄСН 12-2-1	30,1	-	1647,07 585,14 455,11 606,82								
23	д) Оздоблення покриттєвальною сталлю I II III	100 м ²	3,23 1,76 0,71 0,76	РЄСН 12-15-1	132,8	-	428,95 233,73 94,29 100,93								

30	в) фарбування заповнень віконних прорізів I II III	100 м ²	20,82 9,22 3,56 3,81	РДСН 15-176-3	163,02	-	2704,5 1503,04 580,35 621,11	-									
31	г) фарбування конструкцій покриття I II III	100 м ²	87,55 31,1 24,19 32,26	РДСН 15-180-6	42,9	-	3755,89 1334,19 1037,75 1383,95	-									
	Σ (оздоблювальні роботи)	100 м ²	201,33 61,04 59,71 80,58	Калкуляція	Калкуляція	-	9655,32 4524,23 2350,43 2780,66	8192 3840 2048 2304	-	-	13-100-300	2	16	2	15 8 9		
32	Влаштування чистої підлоги I II III	100 м ²	54,72 19,44 15,12 20,16	РДСН 11-15-3	42,2	-	2309,18 820,37 638,06 850,75	2000 720 560 720		-			10	2	4,5 3,5 4,5		
33	Пусконаладжувальні роботи			0,5%			161,3	160					10	1	2		
34	Благоустрій території			1%			322,59	320					10	2	2		
35	Здача об'єкту			3 дні									10	2	3		
36																	

Аналітично-обчислювальний матричний комплекс параметризації мережевої моделі
Базова (ініціальна) графоаналітична матриця топологічних зв'язків

Зв'язки	Планування ландшафтика та зрізання рослинного шару	Розробка ґрунту екскаватором	Розробка ґрунту вручну та бетоном підготовкою	Ваштування монолітних фундаментів	Ваштування фундаментів під облаштування	Вертикальна та горизонтальна підрозробка фундаменту	Зворотня засипка з ущільненнями	Монтаж колон	Монтаж підрамників	Монтаж конструкцій покриття	Монтаж конструкцій огорожі	Ваштування покриття
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	10,5	7,5	5,5	3	7	6,5	6	3	7	14	8
	2	2	10,5	7,5	5,5	3	7	6,5	6	3	7	14
	2	2	10,5	7,5	5,5	3	7	6,5	6	3	7	14
II		10,5	7,5	5,5	3	7	6,5	6	3	7	14	8
		8	1,5	1,5	3	2	5,5	2	0,5	1,5	5	6
		18,5	11	9	3,5	-1	2,5	6	5	-3,5	-5,5	11
		18,5	9	7	6	9	12	8	3,5	8,5	19	14
III		10,5	3	3	3	4	7	3,5	2	2	6	8
		29	20	5	10	0	1	11	8	-3	-8,5	11
		29	12	10	9	13	19	11,5	5,5	10,5	25	22
ΣT ₀	3	29	12	10	9	13	19	11,5	5,5	10,5	25	22
Зміни	1,2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Робітники	1	6	2	8	4	2	2	5	5	5	5	20
max T ₀	2	20	7,5	5,5	3	3	7	11	8	3	7	14

Забатки	Закладення прононів	Сантехнічні роботи	Електротехнічні роботи	Уцілювання щелеп та улаштування чорнової підлоги	Монтаж облицювання	Вилучування чистої підлоги	Оздоблювальні роботи	Пусконаладжувальні роботи	Варювальні роботи	Здача об'єкту
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
I	0 6	0 4,5	0 3,5	0 11	0 8,5	0 4,5	0 15			
	8	6	4,5	3,5	11	8,5	4,5	15		
II	6 2,5	4,5	3,5	11	8,5	4,5	15			
	8	4	5,5	4	19,5	12,5	-7	23		
III	8,5 2,5	9 4,5	7 3,5	19,5 11	17 8,5	8 4,5	23 9	0 2	0 2	0 3
ΣT _ф	13,5 11	2 13,5	6,5 10,5	-9 30,5	13,5 25,5	17,5 12,5	-10,5 32	2 2	2 2	3 3
Зміни	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
Робітники	6	4	5	5	10	10	16	10	10	10
Інші Т.о.	13,5	6	6,5	3,5	13,5	17,5	4,5			

Консолідована розрахунково-параметрична матриця хронометричних показників та часових резервів

Значення	Планування міжпідприємства та зрізання дослідного шару	Розробка ґрунту екскаватором	Розробка ґрунту вручну та бетонна підготовка	Влаштування монолітного фундаментів	Влаштування фундаментів під обладнання	Вертикальна та горизонтальна підготовка фундаменту	Зворотна засипка з ущільненнями	Монтаж колон	Монтаж підрамників балок	Монтаж конструкцій покриття	Монтаж конструкцій огорожі	Влаштування покрівлі
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	0	2	22	29,5	35	38	45	56	64	67	74	88
	2	10,5	7,5	5,5	3	7	6,5	6	3	7	14	8
	2	2	9,5	0	35	0	0	4,5	2	0	0	0
II		12,5	29,5	35	38	45	51,5	62	67	74	88	96
		8	1,5	1,5	3	2	5,5	2	0,5	1,5	5	6
		20,5	9	4	1,5	4	4,5	5	3	6,5	12,5	3
III		20,5	31	36,5	41	47	57	64	67,5	75,5	93	102
		10,5	3	3	3	4	7	3,5	2	2	6	8
		31	0	2,5	1,5	3	6	0	0	6	15,5	3
ΣT _{св}	3	29	12	10	9	13	19	11,5	5,5	10,5	25	22
Зміна	1,2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Робітники	1	6	2	8	4	2	2	5	5	5	5	20

Завдання	Заселення проєктів	Сантехнічні роботи	Електротехнічні роботи	Уцілювання щелеп та улаштування чорнової підлоги	Монтаж обладнання	Влаштування чистової підлоги	Оздоблювальні роботи	Пусконаладжування роботи	Виготовлення терморолі	Зміна об'єкту
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
I	101,5 6 5,5	107,5 4,5 0	114 3,5 2	117,5 11 0	131 8,5 2,5	148,5 4,5 9	153 15 0	168		
II	107,5 2,5 5,5	112 4,5 2	117,5 3,5 1	128,5 8,5 7,5	139,5 8,5 1,5	153 3,5 5	168 8 11,5	176		
III	110 2,5 0	116,5 4,5 4	121 3,5 0	137 11 12,5	148 8,5 0	156,5 4,5 0	176 9 15	185	187 2 189	189 3 192
Σ	11 2 6	13,5 2 4	10,5 2 5	30,5 2 5	25,5 2 10	12,5 2 10	32 2 16	2	2 2 10	3 2 10
Зміни										
Робітники										

5.2 Аналітичний синтез та кваліметрична оцінка техніко-економічних індикаторів мережевої моделі

Нормативний хронометраж повного циклу зведення об'єкта, детермінований за результатами оптимізації топологічної матриці та графоаналітичного моделювання критичного шляху, фіксується на рівні:

$T_z = 192$ робочі доби.

Індикатор інтенсивності (щільності) будівельного потоку, який репрезентує ефективність експлуатації просторового фронту робіт профільними монтажними ланками, обчислюється шляхом знаходження математичного відношення агрегованої тривалості виробничих процесів до аналогічного показника, але з інтеграцією вимушених організаційно-технологічних пауз:

$$K_{\text{пл}} = \frac{\sum T_{\text{п}}}{\sum T_{\text{п}} + \sum T_{\text{а}}} = 319,5 / (319,5 + 193) = 0,623$$

Коефіцієнт просторово-часової синхронізації (суміщення)

$$K_{\text{с}} = 1 - \frac{T_{\text{с}}}{\sum T_{\text{п}}} = 1 - (192 / 319,5) = 0,399$$

Параметр виробничої змінності (інтенсифікації добового фонду часу):

$$K_{\text{зм}} = \frac{T_{\text{зм}}}{T_{\text{дн}}} = (633 / 319,5) = 1,98$$

де $T_{\text{зм}} = 1 \cdot 1 + 2 \cdot 1 + 2 \cdot 29 + 2 \cdot 12 + 2 \cdot 10 + 2 \cdot 9 + 2 \cdot 13 + 2 \cdot 19 + 2 \cdot 11,5 + 2 \cdot 5,5 + 2 \cdot 10,5 + 2 \cdot 32,5 + 2 \cdot 22 + 2 \cdot 11 + 2 \cdot 13,5 + 2 \cdot 10,5 + 2 \cdot 30,5 + 2 \cdot 25,5 + 2 \cdot 12,5 + 2 \cdot 32 + 1 \cdot 2 + 2 \cdot 2 + 2 \cdot 3 = 633$ — загальна кількість змін;

$T_{\text{дн}} = 319,5$ (діб) — загальна кількість відпрацьованих машино- або людино-днів (інтегральний робочий фонд).

Критерій флуктуації (нерівномірності) залучення кадрового ресурсу (робочої сили):

$$K_{\text{н}} = \frac{Ч_{\text{макс}}}{Ч_{\text{сер}}} = (72 / 24) = 3$$

де: $Ч_{\text{макс}} = 72$ виконавці — пікова (екстремальна) добова концентрація лінійного персоналу на майданчику;

$N = 1 \cdot 1 + 2 \cdot 1 + 12 \cdot 20 + 16 \cdot 7,5 + 32 \cdot 1,5 + 20 \cdot 3 + 28 \cdot 1,5 + 12 \cdot 4,5 + 4 \cdot 1 + 8 \cdot 6 + 4 \cdot 5 + 14 \cdot 8 + 20 \cdot 3 + 30 \cdot 0,5 + 20 \cdot 2 + 10 \cdot 4,5 + 20 \cdot 3,5 + 10 \cdot 10,5 + 50 \cdot 11 + 40 \cdot 2,5 + 52 \cdot 6 + 60 \cdot 2,5 + 20 \cdot 2,5 + 8 \cdot 1,5 + 18 \cdot 3,5 + 28 \cdot 3,5 + 20 \cdot 3,5 + 10 \cdot 6,5 + 30 \cdot 17 + 20 \cdot 0,5 + 40 \cdot 4,5 + 72 \cdot 3,5 + 52 \cdot 4,5 + 32 \cdot 24 + 10 \cdot 2 + 20 \cdot 5 = 4630$ (робітників) — загальна чисельність робітників по кожній роботі;

$Ч_{\text{сер}} = N / T_z = 4630 / 192 = 24$ (виконавці) — усереднена розрахункова потреба в монтажниках протягом усього інвестиційно-будівельного періоду.

5.3 Комплексне кошторисно-аналітичне моделювання виробничих витрат

Калькуляція витрат на монтаж колон

№ за/п	Назва робіт	Обґрунтування по ЕНДР	Об'єм робіт		На один. виміру		На весь об'єм		Склад ланки
			Один. виміру	Кіл-ть	Норма часу, люд.год. маш.год.	Розцін-ка, грн.	Труд-ть, люд.год. маш.год.	Зарплата, грн.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Розвантаження колон краном з розкладанням масою до 10т до 18т більш 20т	1-5	100т	1,26 2,88 10,81	<u>3,2</u> 1,6 <u>2,8</u> 1,4 <u>2,6</u> 1,3	53,78 45,05 43,69	<u>4,03</u> 2,02 <u>8,06</u> 4,03 <u>28,11</u> 14,05	67,76 129,74 472,29	Такелажник 2р-2 Машиніст 6р-1
2	Установка колон стріловим краном у фундаменти: масою до 10т до 30т	4-1-4	шт.	14 67	<u>7</u> 1,4 <u>12</u> 2,4	145,55 232,87	<u>98</u> 19,6 <u>804</u> 160,8	2037,70 15602,29	Монтажник 5р-1, 4р-1 3р-2, 2р-1 Машиніст 6р-1
3	Забивка стиків колон з фундаментами: а) приймання бетонної суміші із кузова автобетоновозу до поворотної бадді б) подача бетонної суміші в бадді V=0,8 м³ до місця укладання стріловим краном в) забивка стиків колон з фундаментами бето-ном М300 на дрібній фракції	4-1-54 1-6 4-1-25	100м³ м³ 1стик	0,9 90,18 81	8,2 <u>0,29</u> 0,145 1,2	137,8 4,87 23,59	7,38 <u>26,15</u> 13,08 97,2	124,02 439,18 1910,79	Бетонник 2р-1 -/- Монтажник 4р-1 3р-1
Взагалі							<u>1072,93</u> 213,58	20783,77	

Норма часу на 1 елемент $H_n = 1072,93/81 = 13,25$ люд.-год.

$P = 20783,77/81 = 256,59$ грн.

Калькуляція витрат на монтаж підкранових балок

№ за/п	Назва робіт	Об'єм роботи по ЕНДР	Об'єм робіт		На один виміру		На весь об'єм		Склад ланки
			Один. виміру	Кіл-ть	Норма часу, люд.год. маш.год.	Розцінка, грн.	Труд-ть люд.год. маш.год.	Зарплата, грн.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Розвантаження підкранових балок краном з розкладанням масою до 5т до 13т	1-5	100т	1,51 3,28	4,2 2,1 3 1,5	70,58 50,42	6,34 3,17 9,84 4,92	106,58 165,38	Такелажн. 2р-2 Машиніст 6р-1
2	Установка підкранових балок стріловим краном з проектне положення: масою до 5т до 11т	4-1-4	шт.	36 28	6,5 1,3 7,5 2,4	126,14 145,55	234 46,8 210 67,2	4541,04 4075,40	Монтажники 5р-1, 4р-1 3р-2, 2р-1 Машиніст 6р-1
3	Електрозварювання стиків балок з колонами	22-1-6	10м шва	7,04	2,5	52,10	17,6	366,78	Електрозв. 4р-1
Всього:							477,78 122,09	9255,18	

Норма часу на 1 елемент $N_n = 477,78 / 64 = 7,47$ люд.-год.

$P = 22\ 053,175 / 88 = 144,61$ грн.

Калькуляція витрат на монтаж конструкцій покриття

№ за/п	Назва робіт	Обґрунтування по ЕНІР	Об'єм робіт		На один. виміру		На весь об'єм		Склад ланки
			Один. виміру	Кіл-ть	Норма часу, <u>люд.год.</u> маш.год.	Розцінка, грн	Труд-ть <u>люд.го</u> маш.г од.	Заробітна плата, грн.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Розвантаження ферм краном з розкладкою в касети масою до 8т до 13 т	1-5	100т	1,89 1,1	<u>3,4</u> 1,7 <u>3</u> 1,5	57,14 50,42	<u>6,43</u> 3,21 <u>3,3</u> 1,65	107,99 55,46	Такелажник 2р-2 Машиніст 6р-1
2	Укрупнююча збірка ферм прогоном 24м	4-1-5 Пр-1	шт.	9	<u>16,8</u> 2,8	350,11	<u>151,2</u> 25,2	3150,99	Монтажник 6р-1 4р-2 3р-1 2р-1 Електрозварн. 5р-1 Машиніст 6р-1
3	Установка балок та ферм у проектне положення стріловим краном прогоном 18 м 24м	4-1-6	шт.	29 9	<u>5,0</u> 1,0 <u>9,5</u> 1,9	97,03 197,98	<u>130</u> 26 <u>85,5</u> 17,1	2 522,78 1781,82	Монтажник 6р-1 5р-1 4р-1 3р-1 2р-1 Машиніст 6р-1
4	Електрозварювання стиків кроквяних ферм і балок з колонами	22-1-6	10м.п. шва	3,8	2,5	52,10	9,5	197,98	Електрозварн. 4р-1
5	Розвантаження плит покриття масою до 1,5т до 7т	1-5	100т	3,02 6,86	<u>8,8</u> 4,4 <u>3,6</u> 1,8	147,88 60,50	<u>26,58</u> 13,29 <u>24,7</u> 12,35	446,60 415,03	Такелажник 2р-2 Машиніст 6р-1
6	Монтаж плит покриття площею до 10м ² 36 м ²	4-1-7	1ел	216 98	<u>0,84</u> 0,21 <u>2,4</u> 0,6	15,51 44,30	<u>181,44</u> 45,36 <u>235,2</u> 58,8	3350,16 4341,40	Монтажник 4р-1,3р-2 2р-1 Машиніст 6р-1
7	Електрозварювання монтажних стиків плит покриття з фермами і балками	22-1-6	10м шва	6,28	2,5	52,10	15,7	327,19	Електрозварн. 4р-1
8	Зняття монтажних гойдалок та драбин	5-1-2	1шт.	67 67	<u>0,37</u> 0,18 <u>0,62</u> 0,31	7,27 12,19	<u>24,79</u> 12,06 <u>41,54</u> 20,77	487,09 816,73	Монтажник 4р-1 3р-1 Машиніст 6р-1
Всього:							<u>935,88</u> 235,79	15478,44	

Норма часу на 1 елемент $H_0 = 935,88 / 352 = 2,66$ люд.-год.

$P = 15478,44 / 352 = 43,97$ грн.

Калькуляція витрат на монтаж конструкцій огорожі

№ за/п	Назва робіт	Об'єктування по ЕНДР	Об'єм робіт		На один. виміру		На весь об'єм		Склад ланки
			Один. виміру	Кіл-ть	Норма часу, люд.год. маш.год.	Розцінка, грн.	Труд-ть люд.год. маш.год.	Заробітна плата, грн.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Розвантаження стінових панелей краном з розкладкою в касети масою до 2т до 5т	1-5	100т	9,5 9,41	<u>7,2</u> 3,6 <u>4,2</u> 2,1	121,00 70,58	<u>68,4</u> 34,2 <u>39,52</u> 19,76	1149,50 664,16	Такелажник 2р-2 Машиніст 6р-1
2	Установка стінових панелей у проектне положення стріловим краном, площа панелі до 10 м ² до 15 м ²	4-1-8	шт.	500 196	<u>3</u> 0,75 <u>4</u> 1	58,97 78,63	<u>1500</u> 375 <u>784</u> 196	29485,00 15411,48	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-1, 2р-1 Машиніст 6р-1
4	Електрозварювання стиків стінових панелей з колонами	22-1-6	10м.п . шва	13,92	2,5	52,10	34,8	725,23	Електрозвар. 4р-1
5	Розвантаження фундаментних балок краном з розкладкою масою до 1,5 т до 3 т	1-5	100т	0,61 0,35	<u>8,8</u> 4,4 <u>5,4</u> 2,7	147,88 90,75	<u>5,37</u> 2,68 <u>1,89</u> 0,95	90,21 31,76	Такелажник 2р-2 Машиніст 6р-1
6	Встановлення фундаментних балок до проектного положення, масою до 1,5т до 3 т	4-1-6	1ел.	47 12	<u>1,1</u> 0,22 <u>1,9</u> 0,38	21,35 36,87	<u>51,7</u> 10,34 <u>22,8</u> 4,56	1003,45 442,44	Монтажник 5р-1, 4р-1 3р-2, 2р-1 Машиніст 6р-1
7	Розвантаження елементів воріт масою до 1,5 т до 4 т	1-5	100т	0,17 0,18	<u>8,8</u> 4,4 <u>4,6</u> 2,3	147,88 77,30	<u>1,5</u> 0,75 <u>0,83</u> 0,41	25,13 13,91	Такелажник 2р-2 Машиніст 6р-1
8	Монтаж з/б елементів воріт	4-1-6	1ел.	6 12	<u>2,4</u> 0,48 <u>1,4</u> 0,28	46,57 27,17	<u>14,4</u> 2,88 <u>16,8</u> 3,36	279,42 326,04	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-2, 2р-1 Машиніст 6р-1
9	Установка воріт краном	6-13 т.4	1м ² полот-тен	77,76	<u>0,24</u> 0,12	4,43	<u>18,66</u> 9,33	344,48	Тесляр 4р-1 2р-1
10	Електрозварювання стиків елементів воріт	22-1-6	10м шва	0,36	2,5	52,10	0,9	18,76	Електрозвар н. 4р-1
Всього							<u>2561,57</u> 660,22	50010,97	

Норма часу на 1 елемент $H = 2561,57 / 773 = 3,31$ люд.-год.

$P = 50010,97 / 773 = 64,7$ грн.

Калькуляція витрат на заробку швів між стіновими панелями

№ за/п	Назва робіт	Обґрунтування по ЕНДР	Об'єм робіт		На один. виміру		На весь об'єм		Склад ланки
			Один. виміру	Кіл-ть	Норма часу, люд.год. маш.год.	Розцінка, грн	Труд-ть люд.год. маш.год.	Заробітна плата, грн.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Конопатка, зачеканка і розширка швів між стіновими панелями цементним розчином з підвісної люльки ззовні будівлі з установкою та переміщенням підвісної люльки	4-1-28	10м шва	660,07	2,7	56,27	1782,19	37142,14	Монтажник 4р-1
2	По п 1 з внутрішньої частини будівлі з постановкою та переміщенням	4-1-28	10м шва	577,2	1,22	25,42	704,18	16778,98	Монтажник 4р-1
Всього							2486,37	53921,12	

Норма часу на 10 м шву $H_n = 2486,37 / 1237,27 = 2,01$ люд.-год.

$P = 53921,12 / 1237,27 = 43,58$ грн.

Калькуляція витрат на заливку швів між плитами покриття

№ за/п	Назва робіт	Обґрунтування по ЕНДР	Об'єм робіт		На один. виміру		На весь об'єм		Склад ланки
			Один. виміру	Кіл-ть	Норма часу, люд.год. маш.год.	Розцінка, грн	Труд-ть люд.год. маш.год.	Заробітна плата, грн.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Приймання бетону з кузова автосамоскиду у бадю	4-1-54	100м³	0,33	8,2	137,8	2,71	45,47	Бетонник 2р-2
2	Подавання бетонної суміші	8-1-13	м³	32,876	$\frac{2,5}{1,2}$	42,01	$\frac{82,19}{39,45}$	1381,12	Бетонник 2р-2 Машиніст 3р-1
3	Заливка швів між плитами покриття бетонною сумішшю	4-1-26	100м шва	33	4	78,63	132	2594,79	Монтажник 4р-1 3р-1
Всього							$\frac{216,9}{39,45}$	4021,38	

Норма часу на 100 м заливки швів $H_n = 216,9 / 33 = 6,57$ люд.-год.

$P = 4021,38 / 33 = 121,86$ грн.

5.4 Інженерно-аналітичний розрахунок інфраструктурної потреби в тимчасових адміністративно-господарських та санітарно-побутових комплексах

Алгоритм просторового та функціонального проектування інвентарної інфраструктури будівельного майданчика реалізується за чітким ітераційним сценарієм. Первинна фаза передбачає прецизійну квантифікацію кадрового потенціалу (сукупної чисельності лінійного та керівного персоналу). Наступним кроком ініціюється синтез номенклатурного реєстру мобільних споруд, просторова інтеграція яких є критично необхідною для забезпечення нормативних умов праці та санітарно-гігієнічних вимог. Кадрова архітектура об'єкта структурно диференціюється на безпосередніх виконавців (робітників), інженерно-технічний апарат (ІТП), адміністративних службовців та молодший обслуговуючий персонал (МОП).

Базуючись на принципах фінансово-бухгалтерського обліку, тимчасова інфраструктура класифікується на титульні об'єкти (що перебувають на балансі фінансуючого Замовника) та нетитульні (акумульовані на балансі генеральної підрядної будівельно-монтажної організації). За критерієм утилітарного призначення мобільні модулі диференціюються на виробничі, громадські, складські термінали, службово-адміністративні та санітарно-побутові блоки.

З точки зору конструктивної морфології та оборотності, споруди поділяються на інвентарні (багаторазового використання) та неінвентарні. Інвентарний фонд, своєю чергою, жорстко сегментується на збірно-розбірні конструкції, просторові контейнерні блоки, шасі-пересувні модулі та пневмокаркасні системи (споруди з легких тканинних оболонок).

Аналітична параметризація та квантифікація кадрового ресурсу

Екстраполяція даних з епюри (графіка руху) робочої сили детермінує пікову концентрацію безпосередніх виконавців на рівні 72 осіб.

Виходячи з нормативних коефіцієнтів, сумарний штатний контингент, залучений до реалізації інвестиційно-будівельного проекту, становить:
 $72/0,85=84$ особи.

Штатна квота підрозділів охорони та молодшого обслуговуючого персоналу (МОП) обчислюється наступним чином:
 $84 \cdot 0,03=3$ особи.

Кількісний ліміт інженерно-технічного персоналу (ІТП) та адміністративних службовців виводиться як алгебраїчна різниця:

84-72-3=9 осіб.

Структурування персоналу за змінним графіком формує наступне завантаження першої (домінантної) робочої зміни:

лінійний робочий контингент: $72 \cdot 0,70 = 50$ осіб;

представники ІТП та адміністративного апарату: $9 \cdot 0,80 = 7$ осіб;

персонал охорони та МОП: $3 \cdot 0,80 = 2$ особи.

Сукупний розрахунковий трафік персоналу, що акумулюється на майданчику протягом найбільш навантаженої першої зміни, становить:

$50 + 9 + 2 = 61$ особа.

З метою коректного проектування санітарних блоків, душових та гардеробних комплексів здійснюється гендерна диференціація зміни:

жіночий контингент: $61 \cdot 0,3 = 18$ осіб;

чоловічий контингент: $61 - 18 = 43$ особи.

Експлікація адміністративних і санітарно-побутових приміщень

Найменування і призначення приміщень	Кількість працюючих	Норма площі на одного працюючого, м ²	Розрахункова площа, м ²	Розміри в плані за УТС, м	Тип будівлі	Прийнята площа, м ²	Кількість будівель
1	2	3	4	5	6	7	8
Адміністративні приміщення							
Контора виконроба	9	4	36	12×9×3,9	Збірно-розбірна	70,7	1
Кабінет техніки безпеки	61	0,2	12,2	9×2,7×3,8	Контейнерна	25,6	1
Охоронна будка	2	4	8	2×2	Неінвентарна	8	2
Санітарно-побутові приміщення							
Гардеробна з лавами	72	0,6	43,2	12×9×3,9	Збірно-розбірна	70,7	1
Душова з переддушовою	25	0,82	20,5	9×2,7×3,8	Контейнерна	45,6	2
Умивальна групова	61	0,06	3,66	Поєднується з гардеробною			
Туалети – чоловічі – жіночі	43	0,07	3,01	3×2,7×3,9	Контейнерна	8,5	1
	18	0,14	2,52	3×2,7×3,9	Контейнерна	8,5	1
Приміщення для просушки спецодягу	61	0,2	12,2	6×2,7×2,68	Контейнерна	16,2	1
Приміщення для відпочинку працюючих	61	1	61	9×2,7×3,8	Контейнерна	68,4	3
Їдальня на 50 місць	61	1	61	12×9×3,9	Збірно-розбірна	70,7	1
Пункт охорони здоров'я	61	0,05	3,05	3×2,7×3,9	Контейнерна	8,5	1
Приміщення для обігріву працівників	61	0,1	6,1	3×2,7×3,9	Контейнерна	9,2	1
Приміщення для особистої гігієни жінок	18	0,12	2,16	3×2,7×3,9	Контейнерна	8,5	1

5.5 Інженерно-гидравлічний розрахунок та параметризація тимчасових мереж водопостачання об'єкта

Процес інфраструктурного проектування будівельного генерального плану детермінує об'єктивну необхідність прецизійного гідравлічного моделювання транзитних систем тимчасового водозабезпечення. Даний аналітичний алгоритм фокусується на квантифікації агрегованого об'єму водоспоживання, який формується шляхом суперпозиції трьох базових експлуатаційних векторів: виробничо-технологічних потреб (забезпечення процесів гідратації сумішей, миття та обслуговування механізмів), санітарно-гігієнічних запитів штатного кадрового контингенту та жорстких імперативів техногенної безпеки (генерація пікового розрахункового напору для гіпотетичного пожежогасіння). На базі синтезованого максимального секундного витратного еквівалента ініціюється гідродинамічне обчислення оптимального поперечного перерізу (діаметра) магістральних трубопроводів. Зазначена розрахункова модель гарантує безперебійну трансляцію водних мас під нормативним тиском до всіх вузлових точок просторового будівельного кластера.

Споживачі водопостачання

Споживачі води	Найбільша кількість споживачів (або обсяг робіт) в найбільш завантажену зміну	Питомі витрати води, л	
		Одиниці	Кількість
1	2	3	4
Виробничі потреби:			
Екскаватор	1	маш.-год.	12,5
Бульдозер	1	маш.-доба	450
Кран	1	маш.-доба	550
Автосамоскид	5	маш.-доба	550
Технологічні потреби:			
Оздоблювальні роботи	314,58	м ²	0,75
Улаштування рулонної покрівлі	124,36	м ²	7,5
Санітарно-побутові потреби:			
Господарсько-питні за відсутності каналізації	61	люд. на зміну	12,5
Душ з переддушовою	61	люд. на зміну	25
Ідальня	61	люд. на зміну	12,5

$$q_{\text{нар. макс}} = \frac{q_i \cdot n_i \cdot K_f \cdot K_t}{3600 \cdot t},$$

Для екскаватора: $12,5 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1,2 / (3600 \cdot 1) = 0,00625$ л/с;

для бульдозера: $450 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1,2 / (3600 \cdot 24) = 0,0094$ л/с;

для крану: $550 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1,2 / (3600 \cdot 24) = 0,011$ л/с;

для автосамоскиду: $550 \cdot 5 \cdot 1,5 \cdot 1,2 / (3600 \cdot 24) = 0,0573$ л/с;

загалом: $q_{\text{нар}} = 0,0839$ л/с.

- Оздоблювальні роботи: $0,75 \cdot 314,58 \cdot 1,5 \cdot 1,2 / (3600 \cdot 8) = 0,0147$ л/с;
улаштування рулонної покрівлі: $7,5 \cdot 124,36 \cdot 1,5 \cdot 1,2 / (3600 \cdot 8) = 0,0583$ л/с;
загалом: $q_{\text{техн}} = 0,0730$ л/с.

6.3 Розрахункові секундні витрати води на санітарно-побутові потреби приймаємо по найбільш завантаженому дню роботи за графіком руху робочих:

$$q_{\text{зосп}} = \frac{q_2 \cdot N_1 \cdot k_{2,\text{год}}}{3600 \cdot t} = 12,5 \cdot 61 \cdot 2,7 / (3600 \cdot 8) = 0,0715 \text{ л/с};$$

$$q_{\text{душ}} = \frac{q_3 \cdot N_1 \cdot k_{2,\text{год}}}{3600 \cdot t} = 12,5 \cdot 61 \cdot 2,7 / (3600 \cdot 8) = 0,0715 \text{ л/с};$$

$$q_{\text{душ}} = \frac{q_4 \cdot N_2}{60 \cdot m} = 25 \cdot 25 / (60 \cdot 45) = 0,231 \text{ л/с},$$

де q_2, q_3, q_4 — питомі витрати води на господарсько-питні потреби та потреби їдальні і душової відповідно, л на одну людину на зміну;

N_1 — кількість працюючих в найбільш завантаженому зміні;

$k_{2,\text{год}}$ — коефіцієнт годинної нерівномірності споживання води (дорівнює 2,7);

N_2 — кількість працюючих, що приймають душ (40% від працюючих у найбільш завантаженому зміні);

m — тривалість роботи душової установки (45 хвилин).

6.4 Витрати води на пожежогасіння приймаємо $q_{\text{пож}} = 15$ л/с (при одночасній роботі трьох гідрантів по 5 л/с кожний), оскільки територія будівельного майданчику дорівнює 8,06 га, тобто менша за 10 га.

6.5 Загальні секундні витрати води:

$$q_{\text{заг}} = q_{\text{вир}} + q_{\text{техн}} + q_{\text{зосп}} + q_{\text{душ}} + q_{\text{душ}} + q_{\text{пож}} = 15,5309 \text{ л/с}.$$

6.6 Визначаємо діаметр тимчасового водопроводу.

- Загальний:

$$d = 2 \sqrt{\frac{q_{\text{заг}} \cdot 1000}{\pi \cdot V}} = 2 \sqrt{\frac{15,5309 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,8}} = 104,81 \text{ мм}$$

де V — швидкість руху води в трубах, м/с.

Приймаємо труби загального тимчасового водопроводу діаметром 125 мм.

- На виробничі та технологічні потреби:

$$d = 2 \sqrt{\frac{(q_{\text{вир}} + q_{\text{техн}}) \cdot 1000}{\pi \cdot V}} = 2 \sqrt{\frac{(0,0839 + 0,073) \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,8}} = 10,53 \text{ мм}$$

Приймаємо труби виробничого та технологічного тимчасового водопроводу діаметром 15 мм.

- На санітарно-побутові потреби:

$$d = 2 \sqrt{\frac{(q_{\text{зосп}} + q_{\text{душ}} + q_{\text{душ}}) \cdot 1000}{\pi \cdot V}} = 2 \sqrt{\frac{(0,0715 + 0,0715 + 0,231) \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,7}} = 16,74 \text{ мм}$$

Приймаємо труби санітарно-побутового водопроводу діаметром 20 мм.

5.6 Електротехнічний інжиніринг та енергетичне моделювання тимчасових мереж електропостачання

Енергетичний баланс індустриального будівельного майданчика формується на базі диференційованого розподілу електричних потужностей, які акумулюються у трьох домінантних векторах споживання:

Виробничо-технологічний кластер: енергетичні ресурси, спрямовані на інтенсифікацію фізико-хімічних процесів. Сюди належать: штучне

термоформування (підігрів) будівельних сумішей та інгредієнтів, термічне відтавання мерзлих ґрунтових масивів, а також електротермічний прогрів монолітного бетону та кам'яного мурування в умовах дії екстремальних від'ємних температур зимового періоду.

Кінематично-силовий кластер: генерація рушійного моменту для електросилових агрегатів. Цей вектор охоплює забезпечення стабільного живлення електродвигунів інтегрованих будівельних машин, стаціонарних механізмів та вантажопідіймальних установок.

Світлотехнічний кластер: забезпечення нормативного люмінесцентного фону, що структурно сегментується на внутрішнє освітлення (інсоляція закритих санітарно-побутових, складських та адміністративних об'ємів) і зовнішню ілюмінацію (генерація світлового потоку для локальних робочих зон, магістральних під'їзних шляхів та загального периметра території забудови).

Спираючись на синтезований сукупний енергетичний запит, ініціюється процедура технічної селекції оптимальної модифікації інвентарної (тимчасової) трансформаторної підстанції. Розрахунковий оптимум (необхідна номінальна потужність електрогенеруючого вузла) обчислюється з урахуванням пікового екстремального навантаження за умови гіпотетичного синхронного (одночасного) підключення абсолютно всієї номенклатури енергоспоживачів. Математична параметризація цього стану описується наступним рівнянням:

$$P = \frac{\alpha}{\cos \psi} (\sum P_c \cdot K_{1n} + \sum P_m \cdot K_{2n} + \sum P_{os} \cdot K_{3n} + \sum P_{oz} \cdot K_{4n})$$

α - інтегральний поправочний коефіцієнт, що нівелює дисперсні втрати активної потужності в магістральних кабельних мережах залежно від їхньої протяжності (нормативне значення інтегрується на рівні 1,1);

P_c - агрегована силова потужність електрокінематичних агрегатів та установок, кВт;

P_t - розрахунковий енергетичний ліміт, об'єктивно необхідний для реалізації термотехнологічних процесів, кВт;

P_{ov} - необхідний електричний ресурс для підтримки внутрішнього освітлювального контуру приміщень, кВт;

P_{oz} - потужність, зарезервована для живлення зовнішньої світлотехнічної інфраструктури майданчика, кВт;

$K_{1n}, K_{2n}, K_{3n}, K_{4n}$ - емпіричні коефіцієнти попиту, які лінійно корелюють із

кількісною щільністю споживачів у кожному виокремленому кластері;
 $\cos\psi$ - усереднений коефіцієнт потужності, що характеризує ефективність трансформації електричної енергії та нормативно фіксується на базовій позначці 0,75.

Потреби електроенергії за споживачами

Споживачі	Одиниця виміру	Кількість	Норма на одиницю потужності, кВт	Загальні витрати P_{Σ} , кВт	Коефіцієнт попиту, $K_{i, \Sigma}$
1	2	3	4	5	6
1. Монтажний кран СКГ-50	шт.	1	75	225	0,7
2. Монтажний кран Э-125ВВ	шт.	1	30	30	0,7
3. Люлька ЛЕ-100-300	шт.	2	1,6	3,2	0,15
4. Електричний фарбопульт СО-61	шт.	2	0,27	0,54	0,15
5. Зварювальний трансформатор ТД-30У2	шт.	2	17,5	35	0,35
6. Вібратор ИВ-47	шт.	2	1,2	2,4	0,15

Електричне освітлення внутрішнє

Споживачі	Загальна площа, м²	Норма потужності на освітлення 1м², Вт	Загальні витрати електроенергії, кВт
1	3	4	5
1. Гардеробна з умивальною	70,7	15	1,061
2. Душова з переддушовою	45,6	15	0,684
3. Приміщення для обігріву працівників	8,5	15	0,128
4. Приміщення для відпочинку працюючих	68,4	15	1,026
5. Туалет чоловічий	8,5	15	0,128
6. Туалет жіночий	8,5	15	0,128
7. Ідальня	70,7	15	1,061
8. Контора виконроба	70,7	15	1,061
9. Охоронна будка на в'їзді	8	15	0,06
10. Кабінет техніки безпеки	25,6	15	0,384
11. Приміщення для особистої гігієни жінок	8,5	15	0,128
12. Приміщення для просушки спецодягу	16,2	15	0,243
13. Пункт охорони здоров'я	8,5	15	0,126
14. Закритий склад	42	3	0,15
Разом			6,37

Електричне освітлення зовнішнє

Споживачі.	Одиниці вимірювання.	Загальна площа, м² (довжина, м),	Освітлення, лк	Норма потужності на 1м² площі (на 1 км довжини), Вт	Загальні витрати кВт
1	2	3	4	5	6
Територія будівництва у зоні виконання робіт (площа будгенплану)	м²	49600	2	0,4	19,4
Площа будівлі (монтажна зона)	м²	5472	20	3	16,42
Головні проходи та проїзди	км	1,2	3	5	6
Охоронне освітлення	км	1,0	0,5	1,5	1,5
Аварійне освітлення	км	1,0	0,5	1,5	1,5
Разом					44,82

З огляду на обчислені параметри сукупного енергоспоживання, у якості головного вузла генерації та редукції напруги для будівельного майданчика затверджено інтеграцію комплектної трансформаторної підстанції зовнішнього встановлення марки КТПН-72М-400. Даний електротехнічний модуль забезпечує номінальну вихідну потужність на рівні 400 кВт та укомплектований силовим масляним трансформатором серії ТМ 400/6/10, експлуатаційна (суха) маса якого становить 2,18 т.

Функція подальшого локального транзиту, маршрутизації та безпечного розподілу електричних потоків між кінцевими споживачами інфраструктури майданчика делегується спеціалізованим розподільним шафам номенклатурних серій СП-62 та СПУ-62.

Квантифікація необхідної кількості світлотехнічних випромінювачів (прожекторів) для формування нормативного загального люмінесцентного фону індустріальної території здійснюється за алгоритмом базового математичного моделювання:

$$n = \frac{P \cdot E \cdot S}{P_{\text{л}}}$$

де:

p - питомий енергетичний еквівалент (питома потужність) при експлуатації прожекторних установок типу ПЗС-45, діапазон флуктуації якого лежить у межах $p=0,2 \dots 0,3$ Вт/(м²·лк);

E - нормативний критерій загальної горизонтальної освітленості території, $E=2$ лк;

S - геометрична площа просторового кластера, що підлягає інсоляції, $S=49600$ м²;

$P_{\text{л}}$ - номінальна генеруюча потужність лампи розжарювання для імплементованого приладу ПЗС-45, $P_{\text{л}}=500$ Вт.

Відповідно до розрахункової ітерації:

$n=(0,2 \cdot 2 \cdot 49600)/500=40$ одиниць.

Просторове позиціонування даного масиву світлових приладів реалізується шляхом парної інсталяції (по дві лампи) на кожній розрахунковій несучій опорі.

З метою інтенсифікації люмінесцентного поля (додаткового локального освітлення) безпосередньо в активних зонах виконання монтажних операцій, архітектурою будгенплану передбачається імплементация мобільних освітлювальних щогл. Розрахункова потреба для освітлення локальних робочих зон ($E=20$ лк, $S=5472$ м²) становить:

$n=(0,2\cdot20\cdot5472)/500=44$ одиниці.

Для оптимізації оптичного потоку та мінімізації засліплюючого ефекту, ці прилади монтуються на 8 інвентарних пересувних щоглах. Просторове групування передбачає встановлення від 5 до 6 прожекторних модулів на кожній несучій конструкції.

5.7 Просторова параметризація та логістичний інжиніринг приоб'єктних складських терміналів

Відомість потреби на стадії монтажу в матеріалах, напівфабрикатах і виробках

№ за/п	Табл. ДБН	Назва робіт	Вимірник	К-ть	Назва потрібних матеріалів	Од. вим.	Норма витрат	Загальна потреба
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	7-5-14	Монтаж колон прямокутного перерізу масою до 10т	100шт	0,14	-колони -прокат -електроди -лісоматер -бетон	т т т м³ м³	100 0,444 0,024 0,32 17,2	14 0,06216 0,00336 0,0448 2,408
2	7-6-11	Монтаж колон двогілкових масою до 30т	100шт	0,67	-колони -прокат -електроди -лісоматер -бетон	т т т м³ м³	100 0,444 0,026 0,48 131	67 0,29748 0,01742 0,3216 87,77
3	7-9-12	Укладання підкранових балок масою до 5 т	100 шт.	0,36	-підкр.балки -вироби монт.	шт. т	100 1,81	80 1,448
4	7-12-7	Укладання підкранових балок масою до 12 т	100шт	0,28	-електроди -збірні ЗБК -електроди -монт. вироби	т шт. т т	0,33 100 0,35 3,72	0,264 13 0,0104 0,0988
6	7-12-13	Укладання ферм прогоном 18м	100шт	0,29	-збірні ЗБК -електроди -монт. вироби	шт. т т	100 0,15 2,52	18 0,027 0,4536
7	7-12-21	Укладання ферм прогоном 24 м	100шт	0,9	-збірні ЗБК -електроди -монт. вироби	шт. т т	100 0,16 3,52	13 0,0208 0,4576
8	7-13-5	Монтаж плит покриття довжиною до 6 м, площею до 10 м²	100шт	2,16	-плити покр. -проволока -руберойд -електроди -рогожа -лісомат. -монт. вироби -бетон -розчин	шт т м² т м² м³ т м³ м³	100 0,0148 56,2 0,02 52,9 0,299 0,06 6,6 0,2	216 0,0320 121,392 0,0432 114,264 0,64584 0,1296 14,256 0,432
9	7-13-17	Монтаж плит покриття довжиною 12 м площею до 40 м²	100шт	0,98	-плити покр. -проволока -руберойд -електроди -рогожа -лісомат. -монт. вироби -бетон -розчин	шт т м² т м² м³ т м³ м³	100 0,04 79,26 0,03 95,6 0,83 0,13 19 0,6	98 0,0392 77,6748 0,0294 93,688 0,8134 0,1274 18,62 0,588
10	7-16-1	Монтаж стінових панелей довжиною до 7м, площею до 10м²	100шт	5	-стінові пан. -електроди -монт. вироби	шт т т	100 0,1 0,2	500 0,5 1,0
11	7-16-5	Монтаж стінових панелей довжиною більше 7м, площею до 15м²	100шт.	1,96	-стінові пан. -електроди -монт. вироби	шт т т	100 0,08 1,4	196 0,1568 2,744

12	7-1-15	Монтаж фундаментних балок до 6м	100шт	0,47	-балки -цвяхи -проволока -солідол «Ж» -лісоматер. -щити -бетон -розчин	шт т т т м ³ м ² м ³ м ³	100 0,0027 0,001 0,0093 0,06 5,65 3,05 0,42	47 0,001269 0,00047 0,004371 0,0282 2,6555 1,4335 0,1974
13	7-1-16	Монтаж фундаментних балок до 12м	100шт	0,12	-балки -цвяхи -проволока -солідол «Ж» -лісоматер. -щити -бетон -розчин	100шт т т т м ³ м ² м ³ м ³	100 0,00558 0,001 0,00163 0,065 11,03 2,84 0,52	12 0,0006696 0,00012 0,0001956 0,0078 1,3236 0,3408 0,0624
14	7-19-1	Герметизація швів стінових панелей	100мп.	12,37	-розчин	м ³	0,84	10,39

Зведена відомість потреби в матеріалах, виробих і конструкціях

№ за/п	Назва матеріалів	Одиниці виміру	Кількість
1	2	3	4
1	Колони	шт.	81
2	Підкранові балки	шт.	64
3	Кроквяні конструкції	шт.	38
4	Плити покриття	шт.	314
5	Фундаментні балки	шт.	59
6	Стінові панелі	шт.	696
7	Ригелі воріт	шт.	6
8	Стійки воріт	шт.	12
9	Бетон	м ³	124,828
10	Розчин	м ³	11,6698
11	Монтажні вироби	т	6,459
12	Прокат	т	0,43143
13	Електроди	т	1,07238
14	Лісоматеріали	м ³	1,86164
15	Щити	м ²	3,9791
16	Руберойд	м ²	199,067
17	Солідол	т	0,00457
18	Цвяхи	т	0,00194
19	Рогожа	м ²	207,952

Розрахунок площ тимчасових складів

№ п.п.	Найменування матеріалів, конструкцій і деталей	Єдиниця виміру	Потреба		Коефіцієнти		Норма запасу в друк	Запас матеріалів, що відлягає зберігання	Норма зберігання матеріалів на 1м ² площі складу	Розрахункова площа складу, м ²	Коефіцієнти на прохолод і прохолод	Загальна розрахункова площа складу, м ²	Прийнята площа складу, м ²	Тип складу	
			Час використання в друк	Загальна на розрахунковий період	Додаток	наповерхових матеріалів									нижньоповерхових матеріалів
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1		м ²	11,5	6600,8	52,24	1,1	1,3	4	298,83	0,80	373,54	1,25	466,93	24,5×19,5	відкр.
2		м ²	5,5	189,4	34,44	1,1	1,3	2	98,49	0,50	196,98	1,2	236,37	24,5×10	відкр.
3		м ²	10,5	119,5	11,38	1,1	1,3	2	32,55	0,07	464,99	1,2	557,99	24,5×38	відкр.
4		м ²	10,5	376,96	35,9	1,1	1,3	3	154,02	0,50	308,03	1,2	369,64		відкр.
5		м ²	25	1569,53	62,78	1,1	1,3	5	448,89	1,00	448,89	1,2	538,66	24,5×22	відкр.
6		т	43	1,07238	0,025	1,1	1,3	5	0,178	0,50	0,357	1,2	0,428		шкр.
7		т	43	6,459	0,15	1,1	1,3	5	1,074	0,70	1,534	1,2	1,841		шкр.
8		т	25	0,00194	0,00008	1,1	1,3	5	0,0006	2,50	0,0002	1,2	0,0003	7×6	шкр.
9		т	25	0,00457	0,00002	1,1	1,3	3	0,0013	0,60	0,0022	1,2	0,0026		шкр.
10		м ²	25	207,952	8,32	1,1	1,3	3	59,47	2,5	23,79	1,2	28,55		шкр.
11		т	43	0,43143	0,01	1,1	1,3	5	0,072	1,50	0,048	1,2	0,057		навіс
12		м ²	32	1,86164	0,058	1,1	1,3	5	0,416	1,25	0,33	1,2	0,399	7×6	навіс
13		м ²	25	199,067	7,963	1,1	1,3	5	56,93	2,50	22,77	1,2	27,33		навіс
14		м ²	25	3,9791	0,159	1,1	1,3	5	1,138	20,00	0,057	1,2	0,068		навіс

5.8 Просторово-логістичне моделювання будівельного генерального плану (БГП)

Конфігурація та архітектоніка будівельного генерального плану розроблена та оптимізована безпосередньо для стадії виконання будівельно-монтажних операцій. На ортогональній графічній моделі прецизійно зафіксовано геометричні контури об'єкта із жорстким розмежуванням специфічних просторових ареалів: зони безпосереднього монтажу, операційного периметра кранового обладнання та критичної зони техногенної небезпеки.

Монтажний контур, який ідентифікує територію потенційного гравітаційного зміщення вантажу під час його просторової фіксації (параметризація зони виконана на базі габаритів верхньої фасадної панелі), екстраполюється на дистанцію до 5,0 м від зовнішнього периметра споруди. На кресленнях БГП цей вектор візуалізується штриховим маркуванням, тоді як у реальних польових умовах його межі блокуються стандартизованими попереджувальними знаками. Виконання будь-яких робочих ітерацій у межах цього сектора суворо регламентується та дозволяється виключно на підставі оформленого наряду-допуску.

Експлуатаційна (робоча) зона вантажопідіймальних механізмів геометрично окреслюється радіусом максимального вильоту стрілової системи, що фіксується на дискретних, технологічно обґрунтованих стоянках кожного окремого крана. Зона техногенної небезпеки ідентифікується як просторовий ареал, що піддається ризику стохастичного розсіювання вантажу в разі його гіпотетичного падіння під час транзиту. Горизонтальний вектор межі цієї зони розраховується від осі обертання крана за фундаментальною аналітичною залежністю:

$$R_{нз} = R_{\max} + 0,5l_{\max} + l_{\text{без}}$$

де:

$R_{\max}$ - граничний (екстремальний) робочий виліт стріли крана;

$0,5l_{\max}$ - половинне значення поздовжнього габариту найбільш масивного вантажу, що транспортується;

$l_{\text{без}}$ - адаптивний буферний резерв для забезпечення безпечної роботи. При висотних відмітках підйому вантажу

$h \leq 10,0$ м цей параметр обчислюється як

$0,3h + 1,0$ м.

У разі перевищення зазначеної висоти, даний буфер гомологізується з

параметрами монтажної зони.

Внутрішньомайданчикова транспортна логістика забезпечується мережею тимчасових комунікаційних артерій, сформованих ще на стадії підготовчого періоду. Топологія доріг передбачає використання як односмугових (поперечна ширина 3,5 м), так і двосмугових (ширина 6,0 м) коридорів. Геометрія криволінійних ділянок (радіуси заокруглень) проектується в діапазоні 8,0–12,0 м, із локальним розширенням до 18,0–30,0 м для забезпечення кінематики маневрування великогабаритних сідельних тягачів. Просторовий розрив між транспортними полотнами та складськими терміналами жорстко лімітується мінімальною відстанню 0,5 м, а між дорогою та периметральним огороженням — не менше 1,5 м. Конструктивно, кільцева дорога навколо споруди сформована з інвентарних залізобетонних дорожніх плит, тоді як периферійні шляхи виконані з ущільнених ґрунтових підсипок. У локаціях кранової активності та суміжних небезпечних ареалах інтегрується інфраструктура примусового обмеження швидкості та попереджувальної сигналізації. Накопичення та буферизація матеріалів і префабрикатів локалізовані на спеціально підготовлених тимчасових складських майданчиках.

Санітарно-побутова та адміністративна інфраструктура консолідована у єдиний модульний кампус, який стратегічно винесено за межі будь-яких небезпечних зон та розміщено вхідній (в'їзній) групі майданчика.

Тимчасова енергетична екосистема на БГП відтворена схематично, з ідентифікацією точок позиціонування знижувальних трансформаторних підстанцій та розподільних вузлів (шаф). Ефективний експлуатаційний радіус однієї розподільної шафи стандартизовано на рівні 25,0 м. Силові та освітлювальні комунікації виконані в кабельному виконанні. Енергетичний баланс розділено: трифазний струм 380 В генерує потужність для електродвигунів та технологічних потреб, тоді як однофазна мережа 220 В забезпечує ілюмінацію. Кабельні транзитні магістралі прокладаються підземним способом із розрахунковою глибиною закладення 0,8 м.

Тимчасова гідравлічна інфраструктура (водопостачання) запроектована за замкненою кільцевою моделлю. Топологія встановлення пожежних гідрантів підпорядкована жорстким обмеженням: крок між вузлами не перевищує 100,0 м, дистанція до краю дороги становить не більше 1,5 м, а безпечний відступ від стін будівлі — не менше 5,0 м. Питні санітарні фонтанчики інтегровані в межах побутового містечка та дисперсно

розподілені по майданчику так, щоб радіус доступності від активних робочих зон не перевищував 75,0 м.

5.9 Оцінка техніко-економічної ефективності та інтегральних індикаторів будівельного генерального плану

Критеріальна оцінка раціональності та функціональної доцільності просторових рішень, закладених при розробці будівельного генерального плану, базується на аналізі набору інтегральних техніко-економічних показників (ТЕП).

Критерій щільності просторового освоєння території (коефіцієнт забудови):

$$K_3 = F_1 F_2 = 496005472 = 0,11$$

де:

F1 - сукупна геометрична площа відведеного будівельного майданчика згідно з просторовими межами генерального плану, м²;

F2 - площа плями забудови та безпосередньої проекції на ґрунт зведених постійних споруд і цехів, м².

Індекс інтегрального використання простору майданчика (коефіцієнт використання площі):

$$K_{\text{вик}} = F_1 F_2 + F_{\text{т.б.}} = 496005472 + (460,4 + 8700) = 0,295$$

де: F_{т.б.} - сумарна площа, асигнована під розташування допоміжної інфраструктури (тимчасових інвентарних будівель, мобільних блоків, залізничних колій та автомобільних комунікацій), м².

Метричні параметри лінійної тимчасової інфраструктури та інженерного забезпечення майданчика характеризуються такими зведеними показниками:

- протяжність тимчасових транспортних комунікацій (автомобільних доріг) складає 1110 м;
- загальна лінійна довжина закріплених мереж тимчасового водопостачання дорівнює 650 м;
- сумарна довжина силових та освітлювальних кабельних мереж тимчасового електропостачання становить 1500 м.

5.10 Комплексна система інжинірингу безпеки праці та техногенно-екологічної профілактики будівельно-монтажного виробництва

Регламент безпечної кінематики монтажно-демонтажних процесів

Під час транспортування та просторового позиціонування префабрикованих залізобетонних елементів, з метою запобігання неконтрольованому зміщенню та виникненню паразитних крутних моментів (обертання), обов'язковим є використання еластичних гнучких розтяжок [1]. Елементи, інтегровані в проектне положення, підлягають тимчасовому або постійному фіксуванню, яке гарантує їхню геометричну незмінність та просторову стійкість до перекидання. Гнучкі розтяжки, що застосовуються для тимчасової стабілізації конструкцій, повинні анкеруватися виключно до розрахункових надійних опорних блоків та закладатися поза просторовими габаритами трас руху будівельного транспорту та мобільних машин.

Пристосування для забезпечення висотних робіт (навісні інвентарні драбини, монтажні майданчики) монтуються та жорстко закріплюються на елементах у нульовому положенні — до ініціації їх вертикального підйому. Локалізація робочих місць монтажників під час монтажних операцій допускається виключно на інвентарних підмостях або на раніше капітально зафіксованих елементах каркаса.

У разі виходу монтованого елемента за межі прямої видимості машиніста крана, встановлюється безперебійний двосторонній дуплексний радіозв'язок. За умови неможливості технічного забезпечення такого зв'язку, до зони робіт призначаються проміжні сигнальніки з-поміж сертифікованих такелажників.

У неробочий час та під час технологічних перерв залишення переміщуваних конструкцій або технологічного обладнання у зваженому стані (на гаку підйомного механізму) категорично заборонено.

Нанесення антикорозійних та лакофарбових захисних покриттів на будівельному майданчику реалізується до ініціації підйому елементів у проектне положення. Після підйому та фіксації конструкцій аналогічні захисні роботи дозволяється проводити виключно локально — у місцях зварних стиків та монтажних з'єднань.

Електрофізичний та техногенний регламент виконання зварювальних робіт

Допуском до виконання електрозварювальних процесів є досягнення особою повноліття (від 18 років), успішне проходження періодичного медичного огляду, спеціалізованої теоретичної та практичної атестації за обраним методом зварювання з видачею відповідного кваліфікаційного

посвідчення. Крім того, зварники зобов'язані володіти групою з електробезпеки не нижче II.

З метою унеможливлення виникнення небезпечних потенціалів на металевих корпусах зварювального обладнання та допоміжної апаратури, всі струмопровідні частини мають бути ізольовані (перебувати без напруги), а корпуси приладів та самі зварювані металовироби підлягають надійному захисному заземленню.

Логістичний регламент та правила складування МТР

Під час вантажно-розвантажувального циклу категорично заборонено здійснювати стропування елементів, що знаходяться у статично нестабільному або хиткому положенні. До початку кантування залізобетонних префабрикатів (панелей, ригелів, колон) монтажні петлі підлягають обов'язковій дефектоскопії та механічному очищенню від напливів бетону. Селекція вантажозахоплювальних систем (стропів) проводиться відповідно до маси та конструктивних особливостей вантажу. Конфігурація стропів повинна забезпечувати внутрішній кут між робочими гілками не більше 90°, повністю задовольняючи розрахункову вантажопідйомність. Перед активацією підйому стріловим самохідним краном оператор зобов'язаний інструментально верифікувати за приладами відповідність встановленого вильоту стріли та фактичної маси вантажу.

Розміщення (складування) конструкцій та матеріалів виконується рівномірно на заздалегідь спланованих, вирівняних майданчиках, облаштованих системами водовідведення поверхневих стоків. Категорично заборонено складування виробів на насипних, незсувних чи неущільнених ґрунтових основах. Схеми складування на робочих горизонтах та приоб'єктних базах регламентують такі ліміти:

- стінові панелі фіксуються виключно вертикально у спеціалізованих касетах або стійких металевих пірамідах;
- залізобетонні плити перекриттів укладаються горизонтально у штабелі заввишки до 2,5 м із встановленням дерев'яних прокладок і підкладок;
- колони та підкранові балки складуються у штабелі висотою не більше 2,0 м із обов'язковим розділенням рядів підкладками;
- кроквяні ферми утримуються у вертикальному положенні на жорстких інвентарних металевих кондукторах;
- дрібносортний металопрокат та супутні металовироби розміщуються в

стелажах висотою до 1,5 м.

Організаційно-просторова безпека та світлотехнічний режим майданчика

Внутрішньомайданчикові автодороги облаштовуються повним комплектом дорожніх знаків, що регулюють черговість та напрямок руху згідно з Правилами дорожнього руху України. Швидкісний ліміт для колісного транспорту поблизу зон виконання робіт становить не більше 2,78 м/с на прямих ділянках та обмежується до 1,39 м/с під час виконання маневрів на поворотах.

Робочі зони, транзитні проїзди, пішохідні підходи та закриті приміщення у темну пору доби підлягають примусовому штучному освітленню. Світлотехнічний режим має забезпечувати безвідблисковий фотометричний фон без засліплення операторів та монтажників. Електротехнічна структура ілюмінаційних систем повинна повністю нівелювати ризики електротравматизму. Виконання будь-яких будівельно-монтажних процесів у зонах, де рівень штучної або природної освітленості нижчий за нормативні вимоги, категорично забороняється.

Список використаних джерел

1. Л. Б. Великовський. Архітектура цивільних та промислових будівель.
2. Р. І. Трепененков. Альбом креслень конструкцій і деталей промислових будівель.
3. С. В. Дятков. Архітектура промислових будівель.
4. Л. Ф. Шубін. Архітектура цивільних та промислових будівель. Том V.
5. І. А. Шерешевський. Конструювання промислових будівель та споруд.
6. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування
7. ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування.
8. Металлические конструкции. Общий курс: Учебник для вузов / Е.И. Беленя, В.А. Балдин, Г.С. Веденников и др.; Под общ. ред. Е.И. Беленя. — 6-е изд., перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1986. — 560с., ил.
9. ДБН А.3.1.-5-2009. Організація будівельного виробництва. — Мінрегіонбуд України. К, 2011. — 67 с.
10. ЕНиР, сборники Е-1, Е-4, Е-5, Е-22. — Госстрой СРСР. М. — 1987.
ДБН Д.2.7-2000. Ресурсні кошторисні норми експлуатації будівельних машин та механізмів. — Мінрегіонбуд України. К., 2001. — 104 с.
11. ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. — Мінрегіонбуд України. К., 2012. — 94 с.
12. Дикман Л.Г. Организация строительного производства. Учебник для строительных вузов. — М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. — 608 с.
13. Хамзин С.К., Карасев А.К. Технология строительного производства: Учеб. пособие для строит, спец. вузов. — М.: ООО «БАСТЕТ», 2006. — 216 с.: ил.
14. Барч И.З. Строительные краны. Справочное пособие. Изд. 2-ое, перераб. и доп. — К.: «Будівельник», 1974. — 336 с.: ил.
15. Технологія будівельного виробництва; Підручник./ В.К.Черненко, М.Г. Єрмоленко, Г.М. Батура та ін.; за ред. В.К. Чернетка, М.Г. Єрмоленка.— К.: Вища шк., 2002 р.— 430 с.
16. Технология строительного производства / Под ред. О.О. Литвинова, Ю.М.Белякова, —К.: Вища шк. 1985 г. — 479 с.
17. Методичні вказівки до курсового, дипломного проектування та самостійної роботи з дисципліни «Організація і планування будівельного виробництва» / Укладач В.В. Рогозін. — Кривий Ріг: Видавничий центр ДВНЗ «КНУ». — 2012.
18. Методичні вказівки «Приклади розрахунків об'єктних будівельних генеральних планів при будівництві одноповерхових промислових будівель» в курсових і дипломних проектах з курсу «Організація і планування будівельного виробництва» / Укладач В.В. Рогозін. — Кривий Ріг: Видавничий центр ДВНЗ «КНУ». — 2011.

