



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Ю.М. ПОТЕБНИ  
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Кафедра Промислового та цивільного будівництва  
Рівень вищої освіти другий магістрський рівень  
(другий (магістрський) рівень)  
Спеціальність 192 "Будівництво та цивільна інженерія"  
(шифр і назва)  
Освітньо-професійна програма "Промислове і цивільне будівництво"  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ ПЦБ  
проф. Арутюнян І.А.  
" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**ЗАВДАННЯ**  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ /ПРОЕКТ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Скочій Катерина Сергіївна  
(прізвище, ім'я по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Визначення організаційно-технологічної надійності  
проектних рішень реконструкції цеху вогнетривкого заводу в м. Кривий Ріг

керівник роботи Данкевич Н.О., доц., к.т.н.  
(прізвище, ім'я по батькові, науковий ступень, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від " 02 " 06 2022 року № 598 - с

2. Строк подання студентом роботи 02 лютого 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи основні методи розрахунку ефективності інвестиційних проектів,  
основні принципи системотехніки в будівництві, методи підвищення ефективності,  
науково-технічна, навчальна, нормативна та періодична література

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)  
вступ, склад, призначення і основні вимоги до організаційно-технологічного проектування  
визначення організаційно-технологічних рішень об'єкту будівництва,  
існуючих методів організаційно-технологічного проектування, реалізація методики підвищення  
ефективності організаційно-технологічних аспектів методом статистичних випробувань

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)  
вступ, основні питання дослідження, проектування архітектурних рішень проекту,  
проектування організаційно-технологічних рішень проекту.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Данкевич Н.О., к.т.н., доц.		
Розділ 2	Данкевич Н.О., к.т.н., доц.		
Розділ 3	Данкевич Н.О., к.т.н., доц.		
Розділ 4	Данкевич Н.О., к.т.н., доц.		
Розділ 5	Данкевич Н.О., к.т.н., доц.		

7. Дата видачі завдання

02 червня 2022 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1.	Методологічні основи дослідження організаційно-технологічної надійності підготовки будівельного виробництва	10.09.2022	
2.	Архітектурно-конструктивні рішення промислової будівлі	28.10.2022	
3.	Проектування технологічних рішень з реконструкції	20.11.2022	
4.	Проектування організаційних рішень реконструкції промислової будівлі	05.12.2022	
5.	Обґрунтування визначення конкурентоздатності вартості і тривалості реалізації проекту реконструкції	25.01.2023	
6.	Оформлення та підготовка до захисту	02.02.2023	

Студент

(підпис)

Скочій К.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи/проекту

(підпис)

Данкевич Н.О.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено

(підпис)

Данкевич Н.О.

(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Скочій К.С. Визначення організаційно-технологічної надійності проектних рішень реконструкції цеху вогнетривкого заводу в м. Кривий Ріг.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник Н.О. Данкевич. Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потєбня, кафедра промислово та цивільного будівництва, 2022.

В роботі розглянуто поняття організаційно-технологічне проектування, що має системотехнічну властивість проектних рішень, та забезпечує досягнення заданого результату будівельного проекту в нестійких умовах будівництва. Визначено методики прогнозування строків будівництва та собівартості реконструкції цеху вогнетривкого заводу на основі імовірнісно-статистичного підходу, які забезпечують ефективність організаційно-технологічного проектування. Обґрунтовано застосування імітаційної моделі «Тривалість-Вартість» яка дозволяє побудувати імовірнісний розподіл тривалості та вартості, ефективно оцінити надійність прийняття організаційно-технологічних рішень проекту реконструкції у умовах трансформації економічних відносин, та забезпечити здачу об'єкту будівництва в заданий термін, що суттєво підвищує ймовірність отримання договору підряду будівельною організацією.

Ключові слова: промислова будівля, реконструкція, організаційно-технологічне проектування, надійність, імітаційне моделювання, ймовірність.

Список публікацій магістранта:

1. Данкевич Н.О., Скочій К.С. Визначення організаційно-технологічної надійності проектних рішень реконструкції цеху вогнетривкого заводу в м. Кривий Ріг. *Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України: зб. тез всеукр. наук.-практ. конф.*, м. Запоріжжя, 18-20 жовт. 2022р. Запоріжжя, 2022. С. 370-372.

## ABSTRAKT

Skochii K.S. Determination of organizational and technological reliability of design solutions for the reconstruction of the refractory plant in Kryvyi Rih

Qualifying final work for obtaining a higher education master's degree in specialty 192 Construction and civil engineering, scientific supervisor N.O. Dankevych. Zaporizhzhya National University, Y.M Potebnya Engineering Educational and Scientific Institute, Department of Industrial and Civil Engineering, 2022.

The work examines the concept of organizational and technological design, which has a system-technical property of project solutions and ensures the achievement of the specified result of the construction project in unstable construction conditions. Methods of forecasting construction terms and the cost of reconstruction of the shop of the refractory plant based on a probabilistic-statistical approach have been determined, which ensure the effectiveness of organizational and technological design. The application of the simulation model «Duration-Cost» is substantiated, which allows you to build a probability distribution of duration and cost, to effectively assess the reliability of making organizational and technological decisions of the reconstruction project in the conditions of transformation of economic relations, and to ensure the delivery of the construction object within the specified time, which significantly increases the probability of obtaining contract by the construction organization.

Keywords: industrial building, reconstruction, organizational and technological design, reliability, simulation modeling, probability.

List of postgraduate publications

1. Данкевич Н.О., Скочій К.С. Визначення організаційно-технологічної надійності проектних рішень реконструкції цеху вогнетривкого заводу в м. Кривий Ріг. *Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України: зб. тез всеукр. наук.-практ. конф.*, м. Запоріжжя, 18-20 жовт. 2022р. Запоріжжя, 2022. С. 370-372.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ НАДІЙНОСТІ ПІДГОТОВКИ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА.....	11
1.1 Забезпечення організаційно-технологічної надійності функціонування будівельних організацій під час підготовки будівельного виробництва.....	11
1.2 Сітьові моделі в управлінні будівельним виробництвом.....	20
1.3 Місце імітаційного моделювання в математичному моделюванні.....	28
2 АРХІТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ПРОМИСЛОВОЇ БУДІВЛІ .....	32
2.1 Особливості реконструкції промислових будівель.....	32
2.2 Опис об'ємний - планувальних і конструктивних рішень.....	37
2.2.1 Об'ємно - планувальне рішення адміністративне - побутових приміщень.....	39
2.2.2 Перевірочний теплотехнічний розрахунок.....	40
2.2.3 Перевірочний світлотехнічний розрахунок.....	43
2.3 Обстеження основи та конструкція існуючого фундаменту.....	46
2.3.1 Визначення інженерно-геологічних умов майданчика.....	46
2.3.2 Перевірка конструкції існуючого фундаменту на міцність.....	49
2.3.3 Розрахунок фундаменту за деформаціями.....	52
3 ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ З РЕКОНСТРУКЦІЇ .....	54
3.1 Розробка технологічної карти на влаштування монолітних лотків та приямків при заміні газопровідних комунікацій.....	54

4	ПРОЄКТУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ РІШЕНЬ	
	РЕКОНСТРУКЦІЇ ПРОМИСЛОВОЇ БУДІВЛІ.....	70
4.1	Визначення обсягів робіт та розрахунок сітьового графіку.....	70
4.2	Проектування буд генплану.....	76
4.3	Розрахунок кошторисної вартості .....	81
5	ОБҐРУНТУВАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ	
	КОНКУРЕНТОЗДАТНОСТІ ВАРТОСТІ І ТРИВАЛОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ	
	ПРОЄКТУ РЕКОНСТРУКЦІЇ.....	88
5.1	Аналітичний модуль вирішення задач реалізації проекту	
	реконструкції.....	88
5.2	Визначення організаційно-технологічної надійності проекту	
	реконструкції.....	98
	ВИСНОВКИ.....	101
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	103

## ВСТУП

*Актуальність теми дослідження:* Реконструкція промислових об'єктів потребує глибокої професійної та організаційної підготовки, великих витрат праці та матеріальних ресурсів. Доцільність реконструкції визначається соціальними факторами, залежить від економічних, технічних і технологічних можливостей, які мають учасники будівництва.

Організаційно-керуючі впливи на проектно-будівельну діяльність спрямовані рішення наступних завдань: визначення джерел та необхідних обсягів фінансових ресурсів; вибір методів та методів організації виробництва; календарне планування; підбір виконавців; підготовку та укладання контрактів, регулювання питань якості, охорони праці та техніки безпеки; аналіз витрат, оцінку ризиків.

Організаційно-технологічне проектування - це складний процес, метою якого є забезпечення спрямованості організаційних, технічних та технологічних рішень для досягнення кінцевого результату - введення в дію об'єктів з необхідною якістю та у встановлені терміни[1,28].

В організаційно-технологічному проектуванні у сучасних умовах існують такі проблеми: збільшення тривалості, низька продуктивність праці, низький рівень підготовки, організації та управління будівництвом; низька якість будівельно-монтажних робіт; недостатньо ефективний рівень організації та управління матеріально-технічними ресурсами у будівництві: завдання та функції управління ресурсами часто не визначені та не виконуються, що веде до зриву термінів та подорожчання будівництва тв. інші.

Одним з найважливіших показників в організаційно-технологічному проектуванні є надійність.

Основна задача теорії надійності на етапі організаційно-технологічного проектування - прийняття обґрунтованих рішень, що стосуються вибору



структури робіт і їх виконавців, послідовності зведення дільниць залізниці, земляного полотна, водопропускних споруд і всього комплексу лінії, фронту робіт, матеріально-технічних і інших ресурсів, варіантів організаційно-технологічних моделей побудови оптимальної системи оперативного планування і управління.

Надійність ОТП визначається імовірністю реалізації розроблених організаційно-технологічних рішень, у тому числі календарних планів будівництва об'єктів. Надійність визначається можливістю ліквідації будівельних відхилень у ході будівництва від дії дестабілізуючих факторів[3, 14-16, 28-30].

Зростання вимог до рівня і якості організаційно-технологічної надійності, з урахуванням організаційних і технологічних факторів, що впливають на ефективність будівельного виробництва, та методи управління цими факторами набувають особливої актуальності. При цьому будівельні організації зацікавлені в прийнятті проектувальниками ефективних рішень, що сприяють підвищенню організаційно-технологічної надійності в проектуванні і будівництві. У зв'язку з цим тема магістерської роботи є актуальною.

**Метою магістерської роботи:** є аналіз і обґрунтування доцільності використання імітаційного моделювання та вдосконалення організаційно-технологічного проектування для підвищення надійності при реконструкції промислової будівлі.

Для досягнення поставленої в процесі дослідження мети вирішені **наступні завдання:**

1) Визначити системотехнічні завдання та концептуально-методологічних принципів системотехніки будівництва для забезпечення надійності підготовки будівельного виробництва;

2) Проаналізувати існуючі методики прогнозування термінів та собівартості реконструкції промислової будівлі на основі імовірнісно-

статистичного підходу, які забезпечують ефективність організаційно-технологічного проектування;

3) Розрахувати та запроектувати архітектурно-конструктивних та організаційно-технологічних рішень проекту будівництва;

4) Розрахувати кошторисну вартість загально-будівельних робіт реконструкції цеху вогнетривкого заводу в м. Кривий Ріг;

5) Впровадження обґрунтованої методики оптимізації організаційно-технологічної надійності проектування та визначення ступеня ризику підрядної організації при реконструкції промислової будівлі.

**Об'єктом дослідження** є організаційно-технологічні рішення реконструкції цеху вогнетривкого заводу в м. Кривий Ріг.

**Предмет дослідження** – закономірність процесу реконструкції промислової будівель з урахуванням підвищення надійності організаційно-технологічного проектування.

**Методами дослідження послужили:** загальна концепція ринку, яка передбачає забезпечення необхідної ефективності будівництва з урахуванням можливостей усіх учасників інвестиційного проекту внаслідок підвищення надійності прийнятих рішень. Методи системного аналізу теорії надійності, теорії ймовірностей, математичної статистики та теорії ухвалення рішень. Основні положення щодо необхідності вдосконалення організаційно-технологічного проектування обґрунтовані експертним опитуванням та евристичними методами.

**Наукова новизна:** застосована загальна методика вдосконалення організаційно-технологічного проектування з метою підвищення надійності реконструкції промислової будівель, що включає прогнозування термінів та собівартості реконструкції будівлі на основі імовірно-статистичного підходу та обґрунтування організаційно-технологічної надійності та ступеня ризику учасників інвестиційного циклу з використанням імовірнісної сітьової моделі.

**Практична цінність:** Впроваджено в практику проведення

реконструкції об'єктів використання імітаційної моделі, яка забезпечує надійність при обґрунтованому визначенні термінів виконання робіт при максимальному прибутку та мінімальному ризику та використанні системи оперативного управління організаційно-технологічним процесом з урахуванням результатів виконання обсягів будівельно-монтажних робіт при реконструкції.

*Апробація результатів магістерської роботи.* Основні положення роботи докладалися в 2022 році на всеукраїнській науково-практичній конференції за участю молодих науковців «Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України» (Запоріжжя, 2022р.) за результатами якої опублікована збірка тез доповідей.

*Структура і об'єм магістерської роботи.* Магістерська робота складається з вступу, п'яти розділів, висновку, списку використаних джерел. Повний об'єм магістерської роботи складає 106 сторінок тексту, у тому числі 10 рисунки, 24 таблиць. Список використаних джерел містить 38 найменування.

# **1 МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ НАДІЙНОСТІ ПІДГОТОВКИ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА**

## **1.1 Забезпечення організаційно-технологічної надійності функціонування будівельних організацій під час підготовки будівельного виробництва**

Під час організації підготовки будівельного виробництва будівельні організації зіштовхуються з такими проблемами: ненадійність системи підготовки, відмови, і навіть відхилення від заданих параметрів.

Основою забезпечення організаційно-технологічної надійності (ОТН) функціонування будівельних організацій при підготовці будівельного виробництва є системний аналіз факторів, що забезпечують надійність будівельного виробництва, розгляд структур та організаційно-технологічних задач у будівництві.

Під системним аналізом розуміють науковий метод пізнання, який представляє собою всебічне вивчення системного об'єкта разом із сукупністю його зовнішніх та внутрішніх зв'язків, що проводиться для виявлення можливостей поліпшення функціонування цього об'єкту[3, 14-16,29].

В даний час системний аналіз не є науковим напрямом, що повністю сформувався, проте створені методи і підходи широко застосовуються для вирішення організаційно-технологічних завдань. Таким чином, системний підхід є невід'ємною частиною теорії системотехніки будівництва.

При дослідженні організаційно-технологічної надійності підготовки будівельного виробництва першочерговим завданням є визначення цілей розстановка пріоритетів проекту. Виходячи з поставленої мети, керівництвом

організації розробляють різні відповідні методи організації будівництва та виконання робіт. При цільовому підході потрібне забезпечення координації та взаємодії всіх учасників будівельного процесу. Мета організації підготовки будівельного виробництва полягає у виборі методики та підходів для оцінки надійності підготовки, а також у визначенні параметрів та факторів, що впливають на ОТН.

Виходячи з поставленої мети, необхідно вирішити ряд завдань (рис.1.1) для забезпечення надійності підготовки будівельного виробництва. Наведений поділ на групи досить умовно, тому що всі завдання взаємопов'язані та їх вивчення та рішення має бути системотехнічним.

Проведені дослідження та експериментальні розробки дозволяють рекомендувати як методологічні засади системотехніки наступні найбільш загальні концептуально-методологічні засади (таблиця 1.1):

- функціонально-системний;
- імовірно-статистичний;
- імітаційно-моделюючий;
- інтерактивно-графічний;
- інженерно-економічний.

У межах функціонально-системного підходу будівельна система сприймається як ієрархія цілей. Як основний системо утворюючий фактор виступає результат, мета функціонування. Такий підхід дозволяє по-новому проектувати складні системи на основі оцінки адекватності використовуваної моделі за рівнем відображення заданого результату. При оцінці надійності функціонування системи в даному випадку уникають механічного резервування та дублювання елементів, а розглядають можливості структурної перебудови та функціональної заміни одних елементів (ненадійних, які відмовили) іншими елементами, які раніше виконували інші функції.

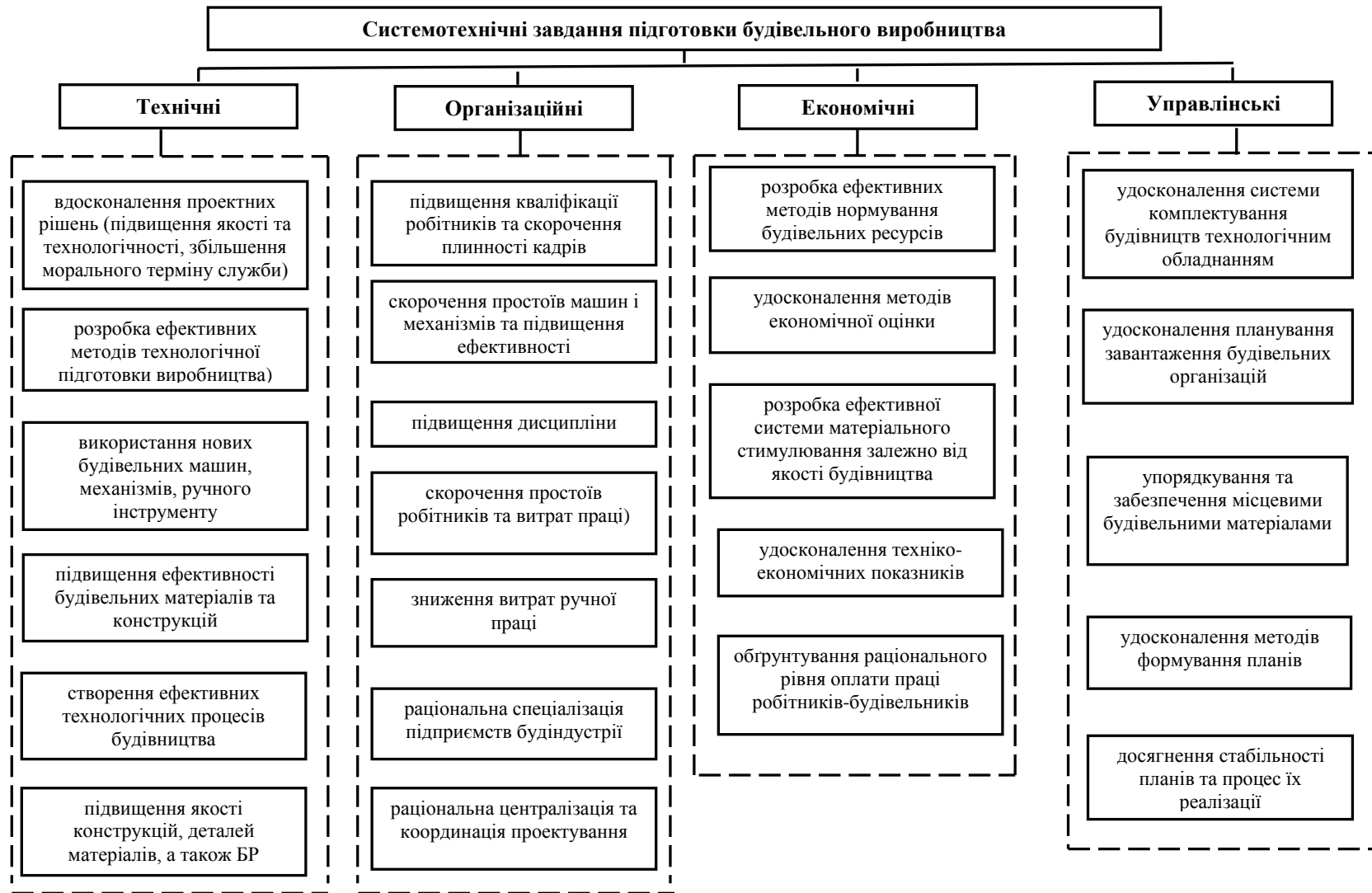


Рисунок 1.1 – Системотехнічні завдання для забезпечення надійності підготовки будівельного виробництва

Таблиця 1.1 - Концептуально-методологічних принципів системотехніки будівництва

№ з/п	Концептуально методологічний принцип	Початкові положення	Мета	Кількість чинників	Показники	Переваги	Недоліки
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Функціонально системний	<ul style="list-style-type: none"> <li>- системотворчий фактор - результат, мета функціонування;</li> <li>- підпорядкування кінцевому результату примушує переорієнтувати багато ОТР</li> </ul>	Досягнення визначеного результату	Без обмежень	Експертні оцінки; Макроекономічні	<ul style="list-style-type: none"> <li>- дозволяє по-новому проектувати складні системи на основі оцінки адекватності по мірі відображення заданого результату;</li> <li>- при моделюванні дозволяє провести оцінку адекватності моделі по мірі відображення (достовірності надійності) результату функціонування</li> </ul>	- реалізація можлива тільки при автоматизованих системах проектування
2	Імовірнісний статистичний	- перехід від приватних до більш загальним системам понять, включаючи попередній рівень знань;	Множина цілей	Без обмежень	Статистичні	- застосовується при створенні теорії ОТН ОТР, яка базарується на методах математичної статистики і теорії вірогідність	- значення цільової функції виражаються статистичним розподілом і знаходяться в стохастичній залежності від усіх розподілів значень параметрів системи управління

## продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8
3	Імітаційний що моделює	- застосування методів математичного моделювання	Визначена мета	Обмежена	Статистичні експертні	- використовується при ускладненні системи управління і неможливості натурального експертного моделювання;  - єдиний метод дослідження із складними організаційно-технологічними і управлінськими структурами	- для вирішення завдань необхідно ґрунтуватися на досвіді експертів;  - функціонування можливо тільки при ідеальному описі системи, що вивчається
4	Інженерний економічний	- створення моделі, яка дозволяє використовувати зворотній зв'язок на стадії планування; - розробка надійних процедур, як засобу економічного дослідження і якості прогресивності ОТР в будівництві	Певна мета	Обмежена	Статистичні макроекономічні	- комплексна оцінка як окремих підсистем, так і усієї системи в цілому;  - дозволяє цілеспрямовано відбирати показники ефективності окремих підсистем і системи в цілому для оцінки рішень	- відсутність комплексних показників і критеріїв оцінки економічної ефективності



продовження таблиці 1.1

5	Інженерний психологічний	<ul style="list-style-type: none"> <li>- облік основ інженерної психології при графічному представленні інформації, розподілі функцій між людиною і ЕОМ поліпшення їх взаємодії;</li> <li>- стохастичний характер чинників;</li> <li>- джерело початкової інформації експертні оцінки, спеціально зібрані дані</li> </ul>	Множина цілей	Без обмежень	Експертні	<ul style="list-style-type: none"> <li>- рішення завдань, які не піддаються повній формалізації із-за багатокритеріальності, відсутності відповідного математичного апарату або ефективних чисельних методів рішення</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- відсутність єдиної думки в питаннях розподілу функцій між людиною і ЕОМ</li> </ul>
6	Інтерактивно-графічний	<ul style="list-style-type: none"> <li>- застосування графічних способів представлення інформації і використання її в інтерактивному рішенні</li> </ul>	Множина цілей	Без обмежень	Експертні	<ul style="list-style-type: none"> <li>- можливість зміни рішень;</li> <li>- забезпечення компактності, високої інформативності і швидкості сприйняття інформації;</li> <li>- дозволяє відмовитися від формалізації безперечного класу завдань і різко розширити круг проблем, вирішуваних за допомогою ЕОМ; використовує здібності</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- необхідна наявність сучасного комп'ютерного обладнання та ПЗ</li> </ul>

продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8
						<p>людини приймати евристичні рішення та підвищує ефективність та якість рішень;</p> <p>- прискорює прийняття рішень у зв'язку з швидким виявленням свідомо неправильних шляхів їх пошуку;</p> <p>- забезпечує візуальний контроль за ходом рішення завдання та надійність (достовірність) результатів</p>	

Загалом функціонально-системний принцип дозволяє побудувати сувору логіку проектування будівельних систем та надати суто практичну спрямованість системотехніці будівництва[3, 14-16,29].

Імовірно-статистичний принцип як методологічна основа системотехніки будівництва відбиває той факт, що однією з базових концепцій сучасного наукового світогляду є імовірнісне та статистичне представлення об'єктів, що вивчаються, включення фактора масовості при системному розгляд об'єктів. Основою ймовірнісного підходу є уявлення про розподілах випадкових величин, якими опосередковуються залежності між властивостями досліджуваних об'єктів. На цій базі розробляються моделі теорії ймовірностей та математичної статистики.

Використання імітаційно-моделюючого принципу визначається ускладненням систем та неможливістю натурального експерименту. З іншої сторони, розвиток обчислювальної теорії та техніки дозволяє проводити моделювання та машинну реалізацію великих систем. У будівництві з його складними організаційно-технологічними та управлінськими структурами математичне моделювання стає єдино можливим методом дослідження.

Інтерактивні системи дозволяють вирішувати багато трудно формалізованих завдань. Формальні компоненти передаються на ЕОМ, а неформальні залишаються прерогативою людини і легко коригують і доповнюють формальні компоненти через діалоговий режим взаємодії людини з ЕОМ, здійснюваний у процесі рішення завдання. З'являється можливість відмовитися від традиційної «точної» процедури оптимізації та перейти на «наближену» на основі модельного експерименту шляхом постановки питань типу «що, якщо...?». Графічне представлення інформації в інтерактивних системах забезпечує компактність та високу інформативність документів.

Інженерно-економічний принцип полягає у створенні моделей, що дозволяють використовувати зворотний зв'язок на стадії проектування та планування, розробку надійних формалізованих та нормованих оціночних

процедур як засобу економічного дослідження якості та прогресивності рішень у будівництві.

Таким чином, для оцінки ОТН підготовки будівельного виробництва найбільш прийнятним є імовірно-статистичний принцип, так як відсутність обліку, імовірного та стохастичного характеру підготовки будівельного виробництва призводить до ненадійності більшості організаційно-технологічних, економічних та управлінських рішень.

Перевагою даного методу є можливість аналізувати та оцінювати різні фактори, що впливають на підготовку будівництва об'єкта.

Для розрахунку показників надійності технічних систем використовуються аналітичні методи. До них належать методи теорії випадкових процесів, теорії експертних оцінок (евристичного прогнозування), декомпозиції (еквівалентування), логіко-ймовірнісні, асимптотичні, аналітико-статистичні методи. На практиці використовують методи імітаційного та статистичного моделювання (метод Монте-Карло) [[3, 14-16,29].

Для визначення надійності організаційно-технологічних рішень підготовки будівельного виробництва використовуватимемо метод аналізу видів та наслідків відмов. Аналіз видів та наслідків відмов є методом систематичного аналізу системи для ідентифікації видів потенційних відмов, їх причин та наслідків, а також впливу відмов на функціонування системи (системи в цілому або її компонентів та процесів) [3].

Останнім часом в області розробки і прийняття ОТР стали використовувати методи математичного моделювання.

Для реалізації систем управління будівельними проектами широко застосовуються економіко-математичні, економіко-статистичні методи і моделі, які описують глибоке вивчення і узагальнення відповідних фактів що впливають на прийняття рішень.

Початок 60-х років для нашої країни став підйомом розвитку використання сітьових моделей. Зараз вони застосовуються дуже широко,

особливо у великих і складних проектах, за допомогою обчислювальної техніки і програмного забезпечення.

Сітьові графіки (моделі) вперше запропоновані Дж. Е. Келлі і Р.М. Уолкером [146], являють собою орієнтований граф, тобто граф-сіть, утворену стрілками (роботами і зв'язками) і кружками (подіями), що позначають початок і закінчення кожної роботи або зв'язку.

## **1.2 Сітьові моделі в управлінні будівельним виробництвом**

Сітьова модель вільна від цих недоліків і піддається формалізації, а тому й використанню програмних комплексів.

Складовими сітьової моделі є сітьовий графік, який становить графічне зображення технологічного процесу виконання комплексу робіт, та інформація про роботи цього комплексу [28,29].

Основними елементами сітьового графіка є роботи та події. Робота або операція комплексу робіт - це цілеспрямована дія.

Існує три види робіт[28]:

- дійсна робота, що потребує витрат часу та ресурсів (трудових, матеріальних, енергетичних тощо);
- «очікування» - процес, що потребує тільки витрат часу й іноді матеріальних ресурсів. «Очікування» може бути зумовлене технологічними причинами (твердіння бетону, висихання фарби, скисання молока для подальшої переробки тощо) або організаційними (перенесення на пізніші строки початку робіт через відсутність ресурсів, пристосувань тощо);
- фіктивна робота - залежність, яка не потребує витрат ні часу, ні ресурсів; використовується для відображення об'єктивних залежностей між дійсними роботами, зазвичай зумовленими технологією виконання комплексу робіт.

Дійсну роботу та технологічне й організаційне "очікування" в сітьовому графіку зображають суцільною стрілкою —», фіктивну роботу - переривчастою .

Стрілки, що відображають роботи, не мають масштабу, тобто їхня довжина не відповідає ні тривалості роботи, ні витратам ресурсів.

Подія - це певний стан у виконанні комплексу робіт і, на відміну від роботи, не є процесом і не має тривалості. Подія в сітьовому графіку означає: факт закінчення усіх робіт, що входять до неї; можливість початку усіх робіт, що виходять із неї. Подія на сітьовому графіку відображається у вигляді кола.

За розміщенням і роллю в сітьовій моделі події поділяють так:

- вихідна подія, здійснення якої означає можливість початку виконання комплексу робіт; до цієї події не входить жодна робота;
- завершальна подія, здійснення якої означає закінчення виконання комплексу робіт; із цієї події не виходить жодна робота;
- проміжна подія, здійснення якої означає закінчення усіх робіт, що входять до неї, та можливість початку усіх робіт, що виходять із неї.

Встановлення порядку між роботами (подіями) визначається умовами передування (проходження), залежно від яких розрізняють:

- роботи, які безпосередньо передують визначеній події, як вхідні;
- роботи, безпосередньо наступні за визначеною подією, як вихідні.

Сітьові моделі, що мають одну вихідну й тільки одну завершальну подію, називають одноцільовими. Комплекси робіт, що переслідують досягнення єдиної мети, моделюються одноцільовими сітьовими моделями.

Послідовність різних робіт, у якій кінцева подія попередньої роботи збігається з початковою подією наступної роботи, називають шляхом. Шлях від вихідної до завершальної події - повний шлях.

Найважливішим завданням, що вирішується за допомогою сітьових моделей, є визначення тривалості виконання всього комплексу робіт і надалі керування комплексом у часі.

Тому основним параметром роботи, що вводиться у графік, є її тривалість. Тривалість роботи може вимірюватись будь-якою одиницею часу (секунди, хвилини, години, дні, тижні, декади, місяці тощо), але обов'язково єдиною в межах графіка і бажано в цілих числах.

Тривалість будь-якого шляху сітьового графіка дорівнює сумі тривалості його робіт. Повний шлях, що має найбільшу тривалість, називають критичним шляхом. У сітьовому графіку може бути кілька критичних шляхів. Для наочності роботи критичних шляхів на графіку виділяють потовщуванню, подвійною або кольоровою лінією. Критичний шлях визначає тривалість виконання усього комплексу робіт, тому для скорочення цієї тривалості треба скорочувати тривалість саме тих робіт, що лежать на критичному шляху (критичних робіт). [28,29]

Правила побудови сітьового графіка. При побудові сітьових графіків рекомендують дотримуватись визначених правил, дотримання яких дасть змогу відобразити відношення між роботами.

Розглянемо різновид сітьових графіків "робота - лінія" як найбільш розповсюджений і широко застосований. [28, 29, 33]

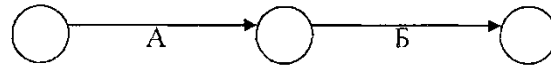
1) Сітьовий графік можна починати будувати з будь-якої точки - з початку, з кінця - якщо чітко і доступно представлено технологію виконання комплексу робіт.

У графіку має бути чітко відображена технологічна послідовність виконання робіт комплексу, при цьому треба прагнути до такого розміщення стрілок і кіл на папері, при якому кількість перетинів буде якнайменшою, а розміщення стрілок буде зліва направо, що забезпечить наочність графіка та полегшить його побудову.

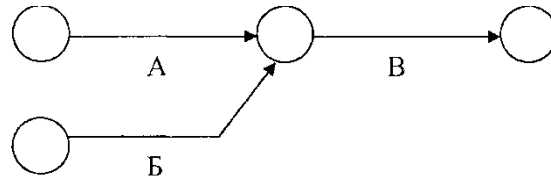
2) Послідовно мають зображувати тільки ті роботи, початок і завершення яких залежить одне від одного. Між двома подіями може бути тільки одна робота. Для зображення паралельної роботи може вводиться додаткова подія і фіктивна робота.

Наприклад:

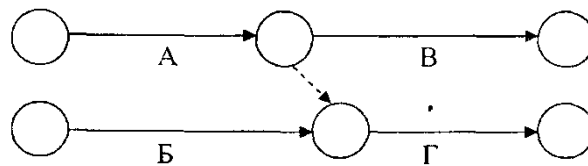
2.1. Початок роботи Б залежить тільки від завершення роботи А.



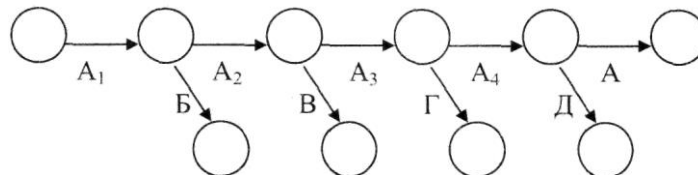
2.2. Початок роботи В залежить від завершення робіт А і Б.



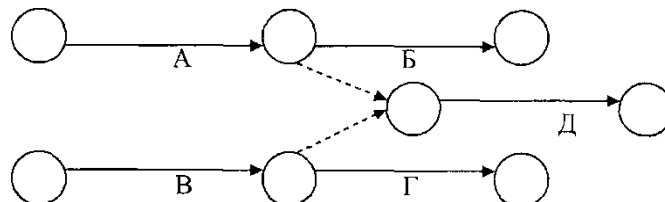
2.3. Початок роботи В залежить від завершення роботи А, а початок роботи Г залежить від завершення А і Б.



3) Якщо роботи Б, В, Г, Д здійснюють відповідно після часткового виконання роботи А, то роботу А варто розділити на складові А<sub>1</sub>, А<sub>2</sub>, А<sub>3</sub>, А<sub>4</sub> тощо, після яких виконуються відповідні роботи Б, В, Г, Д. При цьому кожна частина роботи А вважається самостійною.

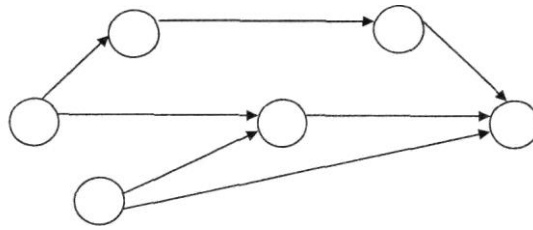


4) Якщо для здійснення роботи Б потрібно виконати роботу А, для здійснення роботи Г - роботу В, а для здійснення роботи Д потрібно виконати роботи А і В, то необхідно ввести додаткову подію і дві фіктивні роботи.

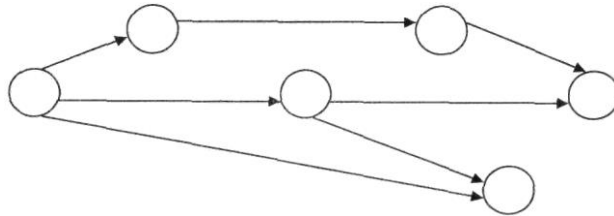


5) У сітьових графіках не має бути тупиків, тобто подій, що не є вихідними і до яких не входить жодна робота (тупики першого роду), і подій, що не є завершальними і з яких не виходить жодна робота (тупики другого роду). Так, тупик першого роду:



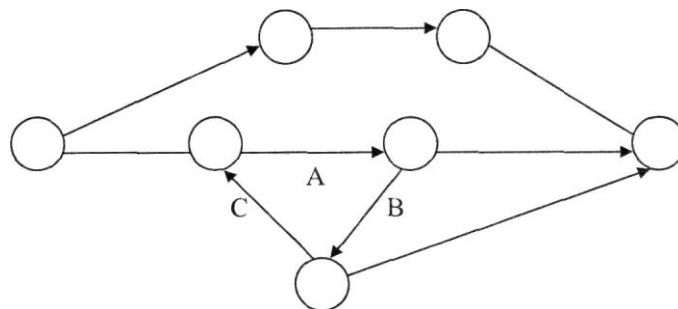


Тупик другого роду:



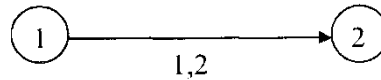
У разі появи тупиків, треба проаналізувати необхідність виконання робіт, що виходять із тупикових подій (тупики першого роду) або входять до них (тупики другого роду) і за необхідності з'єднати тупикові події фіктивною роботою з іншими подіями.

б) У сітьовому графіку не повинно бути "замкнених контурів" або циклів, тобто шляхів, які з'єднують будь-яку подію з нею самою ж. Наприклад, шлях А,В,С. Наявність циклів указує на випадкову або логічну помилку, яка була допущена при побудові сітьового графіка. При її виявленні треба зробити перевірку сітьового графіка і внести виправлення.



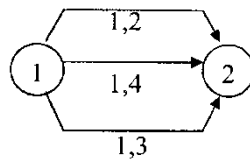
7) Усі події сітьового графіка мають бути пронумеровані. Необхідність нумерації подій зумовлена, по-перше, зручністю читання графіка та обміну інформацією, а по-друге, використанням обчислювальної техніки для обробки графіка. Нумерація подій має бути однозначною, тобто номери подій не можуть повторюватись. За наявності двох або більше подій з однаковими номерами треба усім цим подіям, окрім однієї, присвоїти номери з чисел натурального ряду, які ще не охоплені іншими подіями.

Номери подій дають змогу утворювати шифри робіт сітьового графіка. Роботи шифрують номерами початкової і кінцевої подій, між якими їх проводять. Наприклад, робота (1,2):

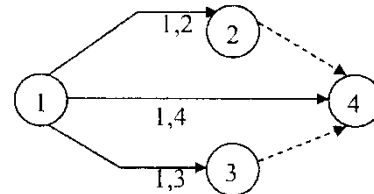


де 1 - початкова подія даної роботи, 2 - кінцева подія цієї роботи.

Шифри робіт не можуть повторюватись, тому якщо між двома подіями мають бути виконані дві або більше робіт, то, щоб запобігти повторенню шифрів робіт та зберегти об'єктивні залежності між роботами і подіями, треба ввести у графік додаткові події й фіктивні роботи, як це показано на рисунку:

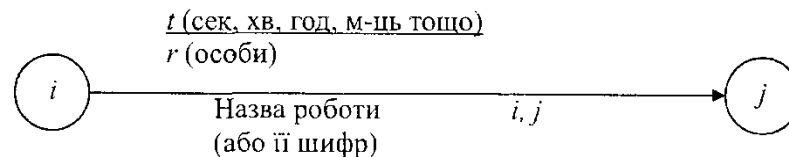


неправильно



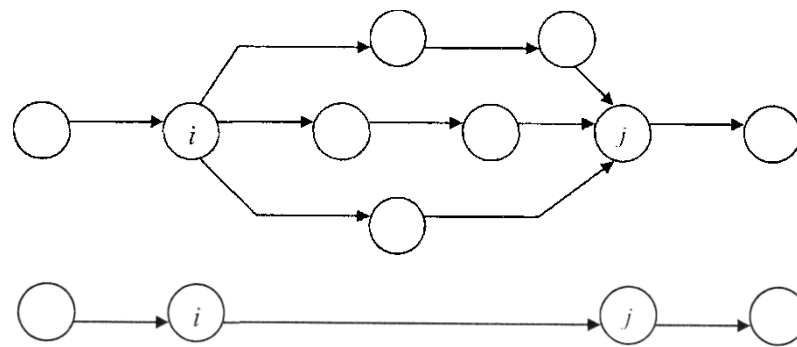
правильно

8) Зміст роботи (її назву або шифр) слід писати під стрілкою, а вихідні параметри (тривалість, потреба в ресурсах) - надписувати над стрілкою у вигляді дроби  $t/r$ , де  $t$  - тривалість,  $r$  - потреба в ресурсах:



9) Правило укрупнення або деталізації робіт. Сітьова модель має бути детальною, тому що детальні операції дають змогу найповніше відобразити технологію виконання комплексу робіт і взаємозв'язок між роботами. Але для вищих ступенів управління така деталізація не потрібна. Тому детальні графіки можна укрупнювати.

Якщо всередині сітьового графіка є фрагмент, що не залежить від інших паралельно виконуваних робіт, то він може бути замінений однією роботою (роботою  $i,j$ ).



Сітьові моделі з імовірнісною оцінкою тривалості та вартості робіт.

Сітьові моделі з імовірнісною оцінкою тривалості робіт та вартості є детермінованими. Детерміновані сітьові моделі - сітьові моделі, події яких не мають імовірнісної характеристики, тобто обов'язково здійснюються і здійснюються у встановленій послідовності, хоча тривалість робіт може мати імовірнісну оцінку. [28,29]

Наприклад, може бути передбачені декілька варіантів продовження дослідження залежно від отриманих досвідченим шляхом даних або декілька варіантів будівництва підприємств різної потужності по обробці сировини залежно від результатів розвідки запасів цієї сировини. Такого роду сітьові моделі називаються стохастичними. Стохастичні мережі, так само як і детерміновані, можуть характеризуватися детермінованою або випадковою тривалістю робіт.

При розрахунку сітьових моделей методом тривалість робіт є випадковою величиною, що підкоряється власному закону розподілу, тобто що має власні числові характеристики. Такими характеристиками є середня тривалість роботи  $t_{i-j}^{cp}$  і дисперсія оцінки тривалості роботи (дисперсія роботи)  $\sigma_{i-j}^2$ .

Значення  $t_{i-j}^{cp}$  і  $\sigma_{i-j}^2$  розраховуються при допущенні, що розподіл тривалості робіт має три властивості:

- безперервність;
- унімодальність (наявність єдиного максимуму у кривій розподілу);

– кінцівкою і позитивністю діапазону можливих значень тривалості (крива розподілу має дві точки перетину з віссю ОХ, абсциси яких ненегативні).

Початковими даними для розрахунків служать експертні оцінки тривалості робіт :

- оптимістична оцінка  $t_{i-j}^0$ , тобто оцінка тривалості роботи і - j за сприятливих умов;
- песимістична оцінка  $t_{i-j}^n$ , тобто оцінка тривалості роботи і - j за несприятливих умов;
- найбільш вірогідна оцінка  $t_{i-j}^{HB}$ , тобто оцінка тривалості роботи і - j за нормальних умов.

Середня тривалість  $t_{i-j}^{cp}$  і дисперсія оцінки тривалості  $\sigma_{i-j}^2$  кожної окремої роботи визначаються по наступних формулах:

$$t_{i-j}^{cp} = (2t_{i-j}^0 + 3t_{i-j}^n) : 5. \quad (1.1)$$

При розрахунку середньої тривалості роботи за формулою (1.1) дисперсію слід визначати по-іншому:

$$\sigma_{i-j}^2 = [ (t_{i-j}^n - t_{i-j}^0) : 5 ]^2, \quad (1.2)$$

чи

$$\sigma_{i-j}^2 = 0,04(t_{i-j}^n - t_{i-j}^0)^2. \quad (1.3)$$

Середня тривалість роботи є найбільш вірогідною тривалістю роботи. Дисперсія є мірою діапазону можливих значень тривалості, або мірою розкиду оцінок. Якщо дисперсія велика, це означає, що і невизначеність тривалості виконання робіт велика. (Іншими словами, різні значення тривалості мають майже рівну імовірність.) Якщо дисперсія мала, це означає, що невизначеність тривалості виконання роботи мала, тобто час виконання роботи визначений більш менш точно. Робота, що не лежить на критичному шляху, але що має більшу дисперсію, ніж критична робота, може перетворитися на критичну роботу і істотно змінити увесь мережевий графік проекту.

### **1.3 Місце імітаційного моделювання в математичному моделюванні**

Серед процедур математичного моделювання можна виділити аналітичне, чисельне, імітаційне і статистичне. Три останні перераховані види моделювання часто відносять до категорії комп'ютерного зважаючи на складність їх реалізації без ЕОМ.

Аналітичне моделювання характеризується описом функціонування елементів деякими певними математичними співвідношеннями. Чисельне моделювання має на увазі використання якого-небудь чисельного методу (того, що дозволяє звести рішення до виконання кінцевого числа арифметичних дій). Статистичне моделювання дозволяє отримувати статистичні дані про процеси в модельованій системі.

Імітаційне моделювання(ІМ) - метод конструювання моделі реальної системи і постановки експериментів на цій моделі з метою досліджувати її поведінку або оцінити різні стратегії, що забезпечують функціонування цієї системи. При цьому необхідно подати структуру системи(опис елементів і зв'язків між ними) і описати її поведінку допомогою станів і моментів переходів між цими станами. Стан системи в кожен момент часу можна визначити як безліч значень її параметрів у цей момент часу. Зміна значень параметрів можна вважати переходом в інший стан. Зовнішнє середовище задається за допомогою вхідних даних. При необхідності моделювання імовірнісних систем і процесів в ІМ включається і статистичне моделювання (метод Монте-Карло)[1,14-17,23-26].

Імітаційне моделювання по методу Монте-Карло (Monte - Carlo Simulation) (рис. 1.2) дозволяє побудувати математичну модель для будівельного проекту з невизначеними значеннями параметрів, і, знаючи імовірнісні розподіли параметрів проекту, а також зв'язок між змінами параметрів (кореляцію) отримати ефективне рішення проекту.

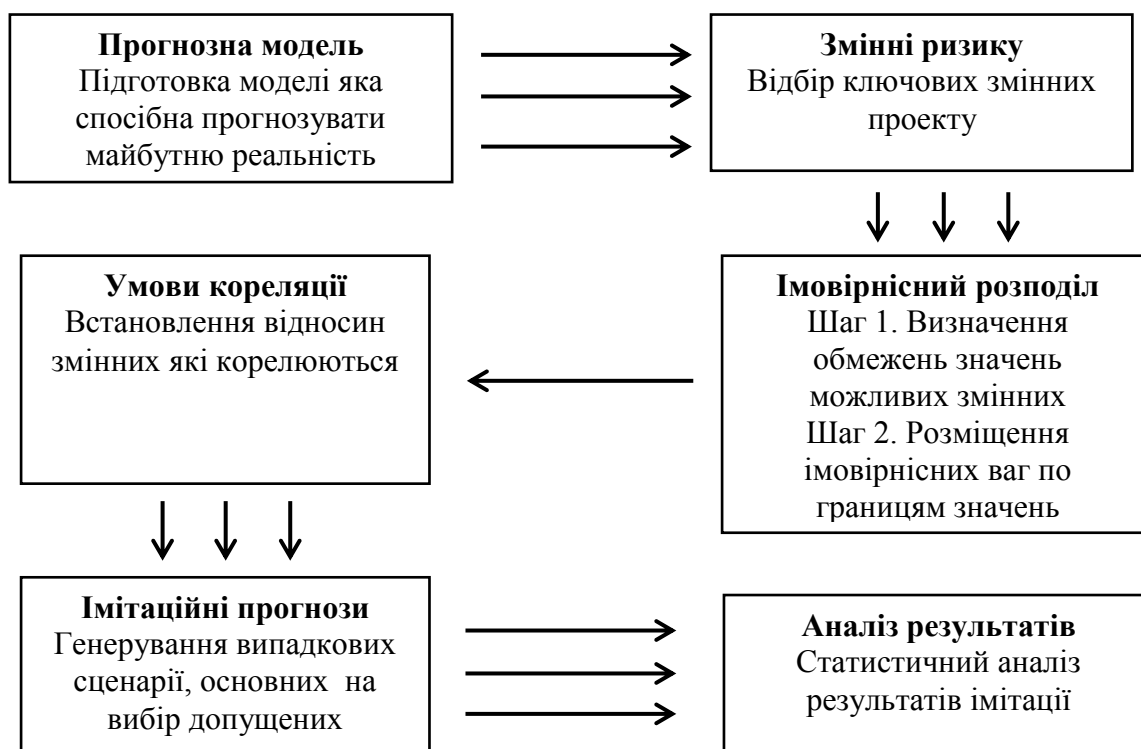


Рисунок 1.2 - Укрупнена блок-схема роботи з моделлю по методу «Monte-Carlo Simulation».

Імітаційне моделювання методом Монте-Карло дозволяє здійснювати оцінювання дії невизначеності на системи в широкому діапазоні ситуацій.

Зазвичай цей метод застосовується для оцінювання діапазону можливих результатів і відповідної частоти значень в цьому діапазоні для кількісних величин, таких як витрати, тривалість, продуктивність, попит і тому подібних. Імітаційне моделювання методом Монте-Карло може застосовуватися для двох різних цілей:

- поширення невизначеності на звичайні аналітичні моделі;
- імовірнісні розрахунки у разі, коли застосування аналітичних методик неможливо.

Застосуванням імітаційного моделювання дозволяє зробио оцінку надійності за пропанових рішень будівельного проекту при зміні (відхиленні від прийнятих у базовому (оптимістичному) сценарії основних організаційно-технологічних параметрів проекту[23,26].

Проведення розрахункових ітерацій є повністю комп'ютеризованою частиною методу. Метод Монте-Карло ітераційне - чим більше кількості прогонів, тим вище точність отримуваних результатів.

Імітаційне моделювання методом Монте-Карло має наступні переваги:

- метод може застосовуватися при будь-кому розподіл вхідної змінної, включаючи емпіричні розподіли, отримані із спостережень відповідних систем;

- моделі є відносно простими для розробки і їх можна розширювати у міру виникнення необхідності;

- можуть бути враховані будь-які дії або зв'язки, що виникають в реальності, включаючи незначні дії, такі як умовні залежності;

- аналіз чутливості може застосовуватися для виявлення сильних і слабких дій;

- моделі прості для розуміння, оскільки зв'язок між вхідними і вихідними даними очевидний;

- є такі ефективні поведінкові моделі, як мережі Петрі, які підходять для цілей імітаційного моделювання методом Монте-Карло;

- забезпечує вимір точності результату;

- є відносно доступне програмне забезпечення.

Цей метод має наступні недоліки:

- точність рішень залежить від кількості імітацій, яку можна виконати(це обмеження стає менш значимим зі збільшенням швидкодії обчислювальної техніки);

- ґрунтується на можливості представити невизначеності параметрів за допомогою достовірного розподілу;

- об'ємні і складні моделі можуть представляти труднощі для фахівців з моделювання і ускладнювати залучення зацікавлених сторін;

– методика може неадекватно враховувати події низької вірогідності з серйозними наслідками і тому не дає можливості врахувати схильність організації до ризику при аналізі.

Імітація, як метод вирішення нетривіальних завдань, отримала початковий розвиток у зв'язку із створенням ЕОМ в 1950-х – 1960-х роках. Одним з основних видів імітаційного моделювання є статистичне імітаційне моделювання.

Статистична модель випадкового процесу – це алгоритм, за допомогою якого імітують роботу складної системи, схильною випадковим збурень; імітують взаємодію елементів системи, що носять імовірнісний характер.

Але незважаючи на недоліки використання методу при розрахунку надійності прийняття організаційно-технологічних рішень якнайповніше відображає усю гамму невизначеності, з якою може зіткнутися реальний проект, а через задані обмеження враховує усю задану інформацію.



## 2 АРХІТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ПРОМИСЛОВОЇ БУДІВЛІ

### 2.1 Особливості реконструкції промислових будівель

Споруди в процесі експлуатації зазнають фізичного та морального зносу (в останньому випадку через втрату функціонального якості об'єкта щодо існуючих сучасних норм і вимог).

Більшість будівель у нашій країні морально і фізично застаріли. Земля щороку дорожчає, і тому актуальним питанням стає відновлення будівель. Архітектурно-будівельна практика показує економічну неефективність повного зносу таких споруд і заміни їх новобудовою. Виняток можуть скласти ситуації, в яких вартість земельних ділянок, що знаходяться під цими об'єктами, має високу ціну. Особливі умови реставрації мають споруди зі статусом історичних пам'яток архітектури. Техніко-економічна статистика визначає співвідношення витрат, з одного боку на повне «оздоровлення» споруди і, з іншого боку, на будівництво нового аналогічної споруди 30:70% [34, 35].

Реконструкція будівель і споруд дозволяє продовжити термін служби будівель, вирішити конструктивні та комунальні проблеми, висловити архітектурні особливості. Також за допомогою цих робіт можна вирішити питання щодо збільшення показника енергоефективності та функціональності всієї будівлі.

Реконструкція - це трудомісткий процес, особливо якщо мова йде про історичній забудові, пам'ятниках архітектури, складному промислового будівництві, пошкоджених будівлях тощо. Виконання таких завдань вимагає професійного підходу, відповідного кадрового та матеріального забезпечення.

Вимоги до реконструкції будівель. Підвищення функціональної якості будівлі в більшості практичних ситуацій тягне за собою конструктивні зміни, застосування інших будівельних матеріалів. У складі засобів підвищення якості зазвичай присутні наступні об'ємно-планувальні заходи[34,35]:

- зміна поверховості об'єкта, включаючи облаштування мансарди і надбудову додаткових функціональних і технічних поверхів; прибудови до існуючих об'єктів додаткових функціональних і технічних об'єктів;
- знесення або перенесення існуючих внутрішніх стін та перегородок при зміні планувальної схеми реконструкції промислових будівель;
- проектування нових вбудованих приміщень або об'ємно планованих комплексів, в тому числі, які виходять за периметр існуючого об'єкта.

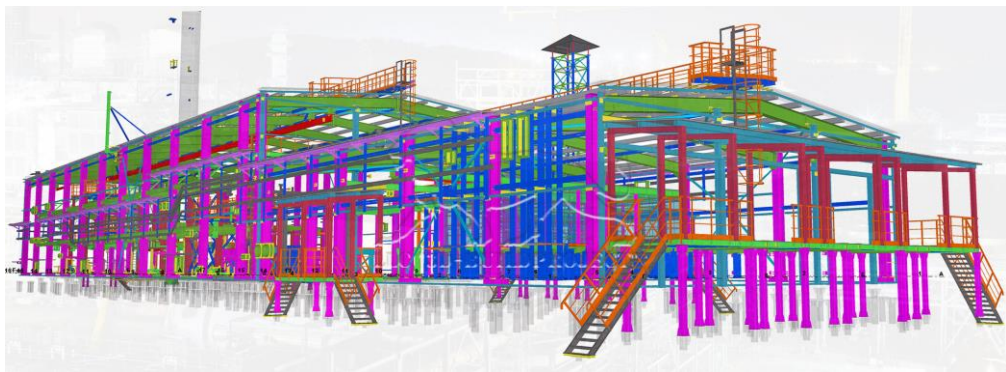


Рисунок 2.1 – Основні елементи реконструкції промислової будівлі

Однією з типових передумов реконструкції об'єкта є принципові зміни систем інженерного облаштування та забезпечення об'єкта. Подібні зміни в загальному випадку вимагають проектування промислових будівель і досить часто призводять до конструктивно-матеріальних трансформацій об'єкта. Прикладом може служити необхідність облаштування ліфта і елементів сміттепроводу в існуючій будівлі, а також конструктивно-планувальне виконання протипожежних вимог. У цьому ж ряду знаходиться принципову зміна систем опалення об'єктів:

- включення тепло несучих елементів в конструкцію стін;

- облаштування «теплих» підлог;
- повітряно-вентиляційного опалення та інше.

Відносно нові вимоги до реконструкції промислових будівель - екологізація, як в частині експлуатації, так і в період зведення, в тому числі вибір технологічних процесів і матеріалів. У загальних випадках екологізація включає нормування побутових і технічних відходів, атмосферних викидів забруднюючих речовин відведення побутової та технологічної стічної води, скидання в водні об'єкти неорганізованого поверхневого стоку талої та дощової води з території об'єкта.

По відношенню до раніше побудованих об'єктів нові екологічні вимоги виступають як істотні передумови реконструкції окремих, і в основному, функціональних процесів і характеристик. Як наслідок, застосування зазначених вимог може привести до зміни об'єкта і по об'ємно-планувальних параметрів, і за конструктивним рішенням[34,35].

В період зведення об'єкта екологічні вимоги віднесені до будівництва, як і до будь-якого виробництва. В даний період вплив будівельних процесів має різні форми:

- поява мінерального пилу;
- викиди в атмосферу металевого пилу, флюсових присадок, продуктів горіння при зварювальних та інших вогневих робіт;
- випаровування синтетичних і натуральних розчинників, фрагментів лакофарбової суміші; відведення з території будівельного майданчика забруднених стічних вод різних видів (господарсько-побутових, технологічних, поверхневих, виробничих, поливо мийні).

На стадії проектування об'єкта, відповідного проекту виконання робіт (ПВР) відповідно до чинних нормативних, інструктивно-методичних документів потрібно виконати прогноз впливу об'єкта на якість навколишнього середовища за зазначеним напрямком. Дане положення визначає необхідність формування відповідного фонду нормативних

довідкових, методичних матеріалів при підготовці фахівців в галузі будівництва.

Особливості реконструкції промислових будівель. Реконструкція промислових будівель і споруд істотно відрізняється від нового будівництва, так як має свої особливості в проектуванні, розробці технологічного процесу, специфіки виконання будівельно-монтажних робіт, розрахунку їх вартості.

Особливості реконструкції промислових будівель:

– конструктивні, об'ємно-планувальні рішення часто є різнотипними; перед проведенням основних робіт може знадобитися демонтаж будівель або їх окремих частин; будівельні майданчики розгортаються в умовах обмеженого простору;

– етапи реконструкції промислових будівель на різних ділянках можуть істотно відрізнятися за тривалістю; часто виникає необхідність поєднувати капітальний ремонт будівлі з виробничою діяльністю підприємства або установи;

– всі будівельно-монтажні роботи повинні проводитися з урахуванням особливостей вже зведених конструкцій (це стосується використовуваних технологій, матеріалів і ін. аспектів).

Переваги реконструкції промислових будівель - масштаб проведення робіт.

Вони бувають наступних видів:

1) Повна реконструкція: повна перебудова споруд з демонтажем, монтажем. Здійснюється за єдиним проектом, кошторисом. Проводиться в разі, коли капітальний ремонт не дасть бажаного результату.

2) Мала реконструкція: перебудовуються або добудовуються окремі частини будівель. Здійснюється за окремими технічними проектами, кошторисами.

Завдання вирішує реконструкція промислових будівель. Специфіка реконструкції промислових будівель щодо зменшення фізичного зносу об'єкта визначається наступними матеріально-конструктивними факторами, які виявляються в ході цільового обстеження стану об'єкта:

- геометрична трансформація проектних форм і параметрів; просідання, зниження несучої здатності, дестабілізація основи об'єкта;
- зниження фізичних, хімічних характеристик, характеристик міцності конструктивно-будівельних матеріалів до критичних станів;
- критичний прогин прогонових конструкцій покриттів і перекриттів, поява і розкриття тріщин, ознаки формування пластичних шарнірів в металевих конструкціях;
- порушення проектної міцності і герметичності елементів стиків конструкцій зовнішніх стін і основного несучого кістяка об'єкта.

Особливості складання кошторисів на реконструкцію. Основні фактори, що впливають на формування ціни при складанні кошторису на реконструкції та ремонт будівель і споруд:

- тип робіт: часткова або повна реконструкція;
- конструктивні особливості: складається будівля із залізобетону, цегляна вона, дерев'яна або панельна;
- чи будуть проводитися демонтажні роботи;
- передбачувані матеріали для використання в будівельних та оздоблювальних роботах;
- чи буде проводитися перепланування всієї будівлі або внутрішніх приміщень.

При складанні кошторису слід користуватися нормами, передбаченими основною методикою визначення вартості будівельної продукції при реконструкції та кошторисними нормами України. Згідно з цими нормативними актами, до цього виду робіт застосовується коефіцієнт 1,15 по відношенню до норм витрат праці. Норми часу експлуатації машин і устаткування - коефіцієнт 1,25. Дані коефіцієнти незмінні незалежно від типу реконструкції. [22-24].

При складанні кошторисів з реконструкції громадських закладів, адміністративних об'єктів слід враховувати вимоги щодо встановлення

пандусів та розширення прорізів для вільного доступу до приміщення осіб з обмеженими фізичними можливостями.

У разі проведення демонтажних робіт проектною документацією може бути передбачено появу матеріалів, які можуть повторно використовуватися. Внаслідок цього, при складанні кошторису слід передбачити поворотні суми, тобто зменшення фінансування з боку замовника. Вартість таких конструкцій необхідно визначати за базовими цінами, передбаченими розцінками та іншими нормативами.

В основу робіт з реконструкції будови повинен закладатися принцип комплексної механізації на кожній стадії процесу. Будівництво, ремонт і реконструкція будівель і споруд залежать від майстерності будівельників, їх відповідального підходу, використовуваних матеріалів. Віддавайте перевагу інноваційним технологіям, які дозволять надалі заощадити на енергоносіях, тим матеріалам, які невимогливі у догляді. Від ретельності підготовки проектної документації залежатиме і вартість всього проекту, подальша експлуатація та реконструкція будівель і споруд, тому не варто втрачати з уваги жоден етап.

## **2.2 Опис об'ємний - планувальних і конструктивних рішень**

Реконструкція комунікацій будівлі цеху вогнетривкого заводу в м. Кривий ріг.

Поперечна рама каркаса складається з металевих колон заввишки 9,3 м. на які спираються металеві ферми покриття завдовжки 24м по яких укладені прогони(швелер №20), дрібно розмірні залізобетонні плити розміром 2м x 0.5м. Крайні колони перерізом 500мм x 300мм., середні перерізом 500ммx700мм. Колони виконані з широкополичні двотавра що спираються на залізобетонні монолітні фундаменти, кріплення колон відбувається за

допомогою анкерних болтів. Крок колон - 7,3м. Висота ферми : на опорі - 3,1м., посередині прольоту -3,7м. . Ширина прольоту - 24 м. Кількість прольотів - 3, довжина будівлі - 153,3м. ширина -72м.

Прив'язка крайніх колон будівлі 250 м м.

Реконструкція комунікацій проектується на підставі наявних даних про 80% знос від тривалої експлуатації. Згідно конструктивної схеми і плану комунікацій необхідно зробити заміну лотків шириною 1,4м і глибиною 1,2м. виконаних з глиняного цеглини на залізобетонні такого ж розміру. Також зробити заміну конструкцій приямків в яких здійснюється розводка газових труб що подають газ до печей випалення і знаходиться замкова арматура системи газопостачання. Розташування лотків - ряд «1»-«18» в осях «А»-«Б», «Б» - «В», «В» - «Г». Розташування приямків осі «А»-«Б», «Б» - «В», «В» - «Г», ряд «17»-«18». Ширина прольоту - 24 м. Кількість прольотів - 3, довжина

Існуюча будівля розміром 153,3м. х 72м. У усіх прольотах є мостовий кран грузоподъемностью 10 т. Прив'язка колон - 250мм. Для сприйняття зусиль від гальмування мостового крану і забезпечення жорсткості в подовжньому напрямі є порталні зв'язки між рядами «5» - «6», «11» - «12» по усіх осях будівлі що складаються з двох спарених куточків L 100.

У між фермовому просторі для забезпечення жорсткості в поперечному напрямі є вертикальні і горизонтальні зв'язки між рядами «1» - «2», «7» - «8», «8» - «9», «13» - «14», по осях «А», «Г», «Е», що складаються з двох спарених куточків L 100.

Зовнішнє стінне обгородження - конструкція з цеглини завтовшки 510 мм. Товщина зовнішнього стінного обгороджування підтверджена перевірочним теплотехнічним розрахунком.

Товщина утеплювача конструкції покриття підтверджена перевірочним теплотехнічним розрахунком.

Існуючі фундаменти під колони з цеглини спираються на фундаменти з монолітного бетону.

По осі «8» передбачений температурний - осадочний шов.

Для поліпшення аерації приміщення цеху є аераційні ліхтарі шириною бм. що знаходяться посередині прольотів між осей «4» - «8», «12» - «16». Для обслуговування покрівлі є пожежні сходи.

Віконні отвори заповнюються сталевими палітурками.

Для в'їзду і виїзду автомобільного транспорту передбачається облаштування воріт по осях: «А» ряд «2»-«3», «19»-«20»; «Г» ряд «2»-«3», «19»-«20».

Для переміщення людей між відділеннями цеху - двопільні і однопільні двері.

Водостік - внутрішній організований.

### **2.2.1 Об'ємно - планувальне рішення адміністративне - побутових приміщень**

Об'ємно - планувальне рішення адміністративне - побутових приміщень наведено з урахуванням уніфікованих габаритних схем, які знаходиться в осях « А » - « Г » ряд «21» - «22», кількість поверхів - 1.

Вбиральні передбачають зберігання вуличного і спеціального одягу. Зберігання одягу закриті в індивідуальних шафах. Шафи металеві односторонні і двох-сторонні (із загальною задньою стінкою). Розміри відділень шаф - глибина 500 мм. Висота - 1650 мм. Ширина - 400 мм. Число відділень в шафі - 2. Між шафами по обох сторонах проходів розмішуються лави. Відстань між лицьовими поверхнями шаф - 2 м.

Для зберігання чистого і забрудненого спецодягу при гардеробі передбачені окремі комори площею 16,3 м<sup>2</sup>.

Санвузол складається з тамбура в якому встановлене умивальник і приміщення убиральні, в якій розташований унітаз.



Існуючим проектом влаштовані приміщення:

Кабінет начальника цеху - 28 м<sup>2</sup>.

Приймальня, диспетчерська - 21 м<sup>2</sup>.

Технічний відділ - 56 м<sup>2</sup>.

Кімната для зборів - 65 м<sup>2</sup>.

Жіночий гардероб брудного одягу - 36,4 м<sup>2</sup>.

Жіночі душові - 19 м<sup>2</sup>.

Жіночий гардероб чистого одягу - 36,4 м<sup>2</sup>.

Чоловічий гардероб брудного одягу - 63 м<sup>2</sup>.

Чоловічий душові - 19 м<sup>2</sup>.

Чоловічий гардероб чистого одягу - 36,4 м<sup>2</sup>.

Господарський склад - 17,9 м<sup>2</sup>.

### 2.2.2 Перевірочний теплотехнічний розрахунок

Вихідні данні для проектування реконструкції визначаємо згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія» та ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція. та енергоефективність будівель».

Місто - Кривий ріг.

Абсолютна температура зовнішнього повітря - 34 °С

Найбільш холодної доби - 25 °С

Найбільш холодної п'ятиденки - 22 °С

Зона вологості - суха.

Вологістю режим приміщень - нормальний (t = 17 °С, W = 50%)

Товщина зовнішніх конструкцій, що захищають, згідно існуючого проекту - 510 мм.

Розрахунок товщини конструкції зовнішнього стінного обгороджування.

Таблиця 2.1 - Склад зовнішнього стінного огородження

№ п/п	Матеріал	$\Delta$ м	$\lambda$ Вт(м °С)	S, Вт(м <sup>2</sup> °С)
	Цеглина глиняна звичайна $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$	0,51	0,76	9,77
2	Вапняно-піщаний розчин М50 $\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$	0,02	0,76	9,6

Теплова інерція (Д) захисних конструкції, визначається по формулі:

$$D = R_1 \cdot S_1 + R_2 \cdot S_2 + \dots + R_n \cdot S_n \quad (2.1)$$

де  $R_1; R_2 \dots R_n$  - термічний опір окремих шарів, Вт /м<sup>2</sup> °С;

$S_1; S_2 \dots S_n$  - розрахункові коефіцієнти теплоусвоєння матеріалу окремих шарів обгороджувачів, Вт /м<sup>2</sup> °С.

Термічний опір окремих шарів визначається вираженням:

$$R_i = \delta_i / \lambda_i \quad (2.2)$$

$\lambda_i$  - коефіцієнт теплопровідності матеріалу і- го шару :

$$R_1 = \delta_1 / \lambda_1 = 0,51 \text{ м} / 0,76 \text{ Вт} = 0,671 \text{ Вт(м}^2 \text{ °С)}$$

$$R_2 = \delta_2 / \lambda_2 = 0,02 \text{ м} / 0,76 \text{ Вт} = 0,026 \text{ Вт(м}^2 \text{ °С)}$$

$$D = R_1 \cdot S_1 + R_2 \cdot S_2 + R_3 \cdot S_3 = 0,671 \text{ Вт} \cdot 9,77 \text{ Вт} + 0,026 \text{ Вт} \cdot 9,6 \text{ Вт} = 6,56 \text{ Вт(м}^2 \text{ °С)}$$

Таким чином  $1,5 < D < 4$ , розрахункова зимова температура найбільш холодної доби :  $t_n^1 = - 25 \text{ °С}$

Необхідний опір теплопередачі визначається по формулі:

$$R'_0 = n / \Delta t_n \cdot \alpha \beta \quad (2.3)$$

де  $n$  – коефіцієнт залежності, що приймається, від положення зовнішньої поверхні захисних конструкцій, по відношенню до зовнішнього повітря;  $n = 1$ ;

$\Delta t_n$  - нормативний температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і температурою внутрішньої поверхні конструкції  $\Delta t_n = 8^\circ$ , що захищає, С;

$\alpha_\beta$  - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні  $8,7 \text{ Вт(м}^2 \text{ }^\circ\text{С)}$ ;

$t_v$  - розрахункова температура внутрішнього повітря  $18^\circ\text{С}$ ;

$t_n^1$  - розрахункова зимова температура холодної доби

$$R'_0 = 1/8^\circ\text{С} \times 8,7 \text{ Вт} = 0,617 \text{ Вт/м}^2 \text{ }^\circ\text{С}$$

Загальний опір теплопередачі :

$$R_0 = 1 / \alpha_\beta + R_1 + R_2 + R_3 + 1 / \alpha_n = 1/8,7 \text{ Вт(м}^2 \text{ }^\circ\text{С)} + \\ + 0,052 \text{ Вт} + 0,002 \text{ Вт} + 1/23 \text{ Вт} = 0,627 \text{ Вт(м}^2 \text{ }^\circ\text{С)}$$

$\alpha_n$  - коефіцієнт тепловіддачі для зимових умов зовнішньої поверхні конструкцій, що захищають,  $\alpha_n = 23 \text{ Вт(м}^2 \text{ }^\circ\text{С)}$ ;

Порівнюючи  $R'_0 = 0,617 \text{ Вт(м}^2 \text{ }^\circ\text{С)} < R_0 = 0,627 \text{ Вт(м}^2 \text{ }^\circ\text{С)}$ , витікає, що необхідна умова дотримується, товщина існуючого зовнішнього стінного огороження  $510 \text{ мм}$ .

Розрахунок товщини утеплювача конструкції покриття.

Таблиця 2.2 - Склад покрівлі

№ з/п	Матеріал	$\delta$ м.	$\lambda$ Вт(м <sup>2</sup> °С)	S, Вт(м <sup>2</sup> °С)
1	Захисний шар	0,015	0,47	6,95
2	Гідроізоляція(руберойд)	0,009	0,17	3,53
3	Цементне-пісчане стягування	0,025	0,76	9,6
4	Теплоізоляція (керамзит $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ )	x	0,21	3,36
5	пароізоляція	0,003	0,17	3,53
6	Ж. би. плита покриття	0,05	1,92	17,96

Розрахункова зимова температура зовнішнього повітря для стіни середньої інерційності :

$$t_n^1 = - 25^\circ\text{С}$$

Необхідний опір тепловіддачі покриття, Вт/(м<sup>2</sup> °С)

$$n = 1; \Delta t_n = 7 \text{ °С}; \alpha_\beta = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \text{ °С)} \quad R'_{0=1} / 7 \text{ °С} \cdot 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \text{ °С)} = 0,7$$

Термічний опір усієї захисної конструкції, при невідомій товщині утеплюючого шару  $\alpha_n = 12 \text{ Вт/м}^2 \text{ °С}$

$$R_0 = 1/\alpha_\beta + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + 1/\alpha_n = 1/\alpha_\beta + \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \delta_3/\lambda_3 + \delta_4/\lambda_4 + \delta_5/\lambda_5 + \delta_6/\lambda_6 + 1/\alpha_n = 1/8,7 \text{ Вт/(м}^2 \text{ °С)} + 0,015\text{м}/0,47 \text{ Вт/(м}^2 \text{ °С)} + 0,009\text{м}/0,17 \text{ Вт/(м}^2 \text{ °С)} + 0,025\text{м}/0,76 \text{ Вт/(м}^2 \text{ °С)} + x/0,21 \text{ Вт/(м}^2 \text{ °С)} + 0,22\text{м}/1,92 \text{ Вт/(м}^2 \text{ °С)} + 0,003\text{м}/0,17 \text{ Вт/(м}^2 \text{ °С)} + 1/12 \text{ Вт/(м}^2 \text{ °С)} = 0,7 \text{ Вт/(м}^2 \text{ °С)}$$

$$x/0,21 \text{ Вт/(м}^2 \text{ °С)} + 0,24 \text{ Вт/(м}^2 \text{ °С)} = 0,7 \quad x = (0,7 \text{ Вт/(м}^2 \text{ °С)} - 0,24 \text{ Вт/(м}^2 \text{ °С)}) \cdot 0,21 \text{ Вт/(м}^2 \text{ °С)} = 0,0966 \text{ м.}$$

Приймається товщина існуючого утеплювача з керамзиту  $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$ ,  $\delta = 100 \text{ мм}$ .

### 2.2.3 Перевірочний світлотехнічний розрахунок

Завданням світлотехнічного розрахунку освітлювальної установки, параметри якої були знайдені у попередніх стадіях проектування, може бути визначення встановленої потужності джерел світла за заданим рівнем освітленості, або визначення за заданим розміщенням світильників і відомій потужності джерел світла освітленості на розрахунковій площині й розподілу яскравості в полі зору.

Вирішення як першої, так і другої задач, прямий і перевірочний розрахунок вимагають як розрахунку розподілу світлових потоків, що безпосередньо падають від світильників на розрахункову площину, стелю і стіни, так і розрахунку багаторазового відбиття цих потоків між поверхнями, що обмежують освітлюване приміщення.

Природне освітлення внутрішніх приміщень будівлі здійснюється бічним світлом. Світло проникає в будівлю цеху з виробництва залізобетонних конструкцій через світлові отвори у зовнішніх стінах. Так як джерелом світла є небосхил, яскравість окремих точок змінюється у значних межах і залежить від положення сонця на небосхилі, ступеня прозорості атмосфери та інших причин, для оцінки природної освітленості в приміщеннях використовується відносна величина - коефіцієнт природної освітленості (КПО).

Відношення площі вікон до статі підлоги при бічному світлі, %

$$100 S_o / S_n = E_n K_z \eta_o / i_o r_1 \cdot K_{зд} \quad (2.4)$$

де  $S_o$  - площа стінових прорізів при бічному освітленні;

$S_n$  – площа підлоги приміщення;

$E_n$  - нормоване значення КПО;

$K_z$  – коефіцієнт запасу;

$\eta_o$  – світлова характеристика вікон;

$i_o$  – загальний коефіцієнт світлопропускання;

$r_1$  – коефіцієнт, що враховує підвищення КЕО при бічному освітленні завдяки світлу, відбитому від поверхонь приміщення та шару, що підстилає, прилеглого до будівлі;

$K_{зд}$  - коефіцієнт, що враховує затінення вікон протистоячих будинком.

а) Будівля цеху розташована в 4-му поясі світлового клімату.

Нормоване значення КПО:

$$E_n = E^3_n \cdot m \cdot c = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 0,8 = 1,08 \% \quad (2.5)$$

де  $E = 1,5$  для виконання зорової роботи середньої точності;

$m$  – коефіцієнт світлового клімату;  $m = 0,9$ ;

$c$  – коефіцієнт сонячності клімату;  $c = 0,8$ ;

б) коефіцієнт запасу приймається  $K_z = 1,3$

в) загальний коефіцієнт світлопропускання визначається:

$$i_o = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot i_4 \cdot i_5 \quad (2.6)$$

де  $i_1$  - коефіцієнт світло пропускання матеріалу 0,8;

$i_2$  – коефіцієнт, що враховує втрати світла в палітурках світлопройому 0,7;

$i_3$  - коефіцієнт, що враховує втрати світла в несучих конструкціях покриття 0,9;

$i_4$  - коефіцієнт, що враховує втрати світла у сонцезахисних пристроях 0,65;

$i_5$  – коефіцієнт, що враховує втрати світла у захисних сітках, що встановлюються під ліхтарями 0,9.

$$\tau_0 = i_1 \cdot i_2 = 0,8 \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot 0,65 \cdot 0,9 = 0,29$$

г) значення коефіцієнта  $r_1$  визначається з відношення глибини приміщення до висоті від рівня робочої поверхні до верху вікна  $h_1 = 4$  м;

$$B/h_1 = 36 \text{ м.} / 6 \text{ м} \quad (2.7)$$

Відношення відстані  $E$  розрахункової точки від зовнішньої стіни до глибини приміщення (розрахункову точку умовно приймаємо посередині)

$$E/B = 36 \text{ м} / 36 \text{ м} = 1 \quad (2.8)$$

Середній коефіцієнт відображення  $\rho_{\text{ср}} = 0,4$

Значення  $r_1$  для двостороннього освітлення, т.к. проти вікон відсутня поздовжня стіна, від якої могло б відбиватися світло,  $r_1 = 1,6$

Д) світлова характеристика вікна  $\eta_0 = 9,5$  наслідуючи відносин  $L_p / B = 153,3 \text{ м} / 36 \text{ м} = 5,25$  і  $B / h_1 = 36 \text{ м} / 6 \text{ м} = 6$

Е) значення коефіцієнта  $K_{\text{зд}} = 1,5$  так як затінення вікон протилежним будинком немає.

$$100 S / S_n = (1,08 \cdot 1,3 \cdot 10 / 0,29 \cdot 1,6) \cdot 1,5 = 30,26 \text{ \%}.$$

у межах шестиметрового кроку сітки колон площа підлоги  $S_n = 36 \text{ м} \times 7,3 \text{ м} = 262,8 \text{ м}^2$ . отже, необхідна площа віконного отвору

$S_0 = 30,26 \cdot 262,8 \text{ м}^2 / 100 = 65,36 \text{ м}^2$ . Існуючі отвори приймаємо: шириною 6 м (2 вікна по 3м.) та висотою 3,5м. нижній ряд вікон.

Дана площа віконних отворів прийнятна для цеху складських приміщень, де можливе використання штучного освітлення.

## 2.3 Обстеження основи та конструкція існуючого фундаменту

### 2.3.1 Визначення інженерно-геологічних умов майданчика

Інженерно-геологічні умови – це цілий комплекс геологічних особливостей, які визначають умови проведення вишукувань, а також будівництва та експлуатації споруд на основі цих досліджень.

У кожній з цих складових виділяються свої актуальні умови, які вимагають ретельного вивчення. Так, наприклад, процес будівництва неможливо уявити без знань про ґрунтовий склад або стан ґрунтових вод.

Інженерно-геологічні умови ділянки припускають докладний розгляд таких складових:

- рельєфу території;
- ґрунтових особливостей ділянки – складу, властивостей, ступеня промерзання.
- ґрунтових вод – їх склад, розташування, вплив на будівельні матеріали.

Вишукування проводяться шляхом зондування, буріння свердловин, лабораторного аналізу. Найбільш поширений метод – це буріння свердловин і забір зразків для лабораторного аналізу. До польових або натурних методів відноситься зондування ґрунту та інші процедури. Ці методи вважаються додатковими і необхідні, якщо ділянка відводиться під масштабне будівництво або має проблемну геологію. Крім дослідження кожної із складових, вони аналізуються, і складається прогноз можливих змін геологічних умов, які можуть виникнути в ході експлуатації будівлі.

Кожен з досліджуваних елементів по-своєму впливає на будову і часто цей вплив негативний. І позитивні, і негативні характеристики, а також докладний аналітичний розділ входять в єдиний технічний звіт.

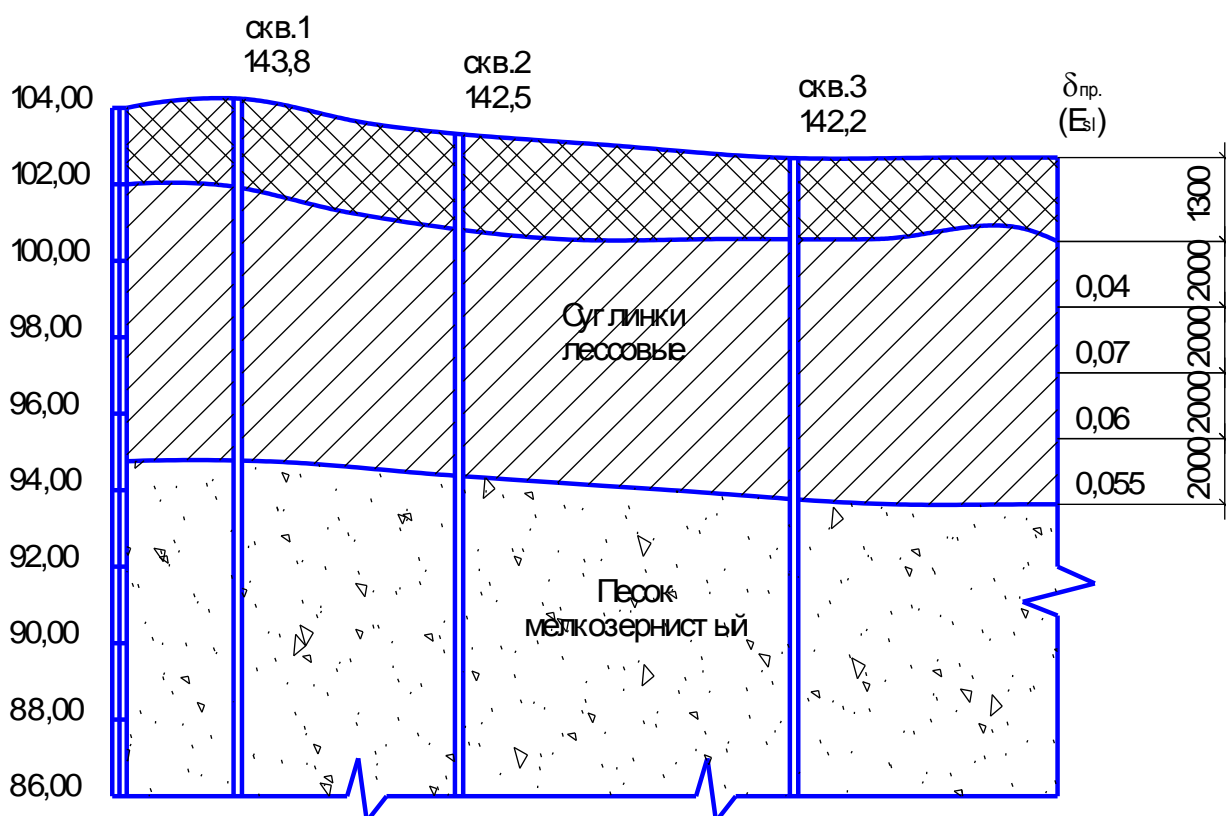


Рисунок 2.2 - Інженерно-геологічна умова будівельного майданчика.

Перелік ґрунтів, що складають будівельний майданчик, потужність шарів та основні показники фізичних властивостей наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Характеристика шарів і основні показники фізичних властивостей ґрунтів

№ з/п	Найменування ґрунту	Потужність шару, м	Щільність ґрунту, т/м <sup>3</sup>	Щільність твердих часток, т/м <sup>3</sup>	Вологість		
					W	WL	WP
1	Рослинний шар	0,3	1,520	-	-	-	-
2	Суглинки лесові	9,2	1,550	2,680	0,16	0,24	0,15
3	Пісок дрібнозернистий	8,8	1,920	2,650	0,17	-	-

За початковими даними визначаються фізико-механічні характеристики ґрунтів.



Щільність сухого ґрунту  $\rho_d$  (а розраховується по формулі:

$$\rho_d = \frac{\rho}{(1 + \omega)} \quad (2.9)$$

$$\rho_d^2 = \frac{1,550}{(1 + 0,16)} = 1,440 \text{ т/м}^3; \quad \rho_d^3 = \frac{1,920}{(1 + 0,17)} = 1,641 \text{ т/м}^3.$$

Коефіцієнт пористості ґрунту  $e$  є відношенням обсягу пар до обсягу мінеральних частинок ґрунту:

$$e = \frac{\rho_s}{\rho_d} - 1 \quad (2.10)$$

$$e^2 = \frac{2,680}{1,440} - 1 = 0,86; \quad e^3 = \frac{2,650}{1,641} - 1 = 0,61.$$

Природний стан глинистого ґрунту (консистенція) оцінюється за показником плинності:

$$J_L = \frac{(W - W_p)}{(W_L - W_p)} \quad (2.11)$$

$$J_L = \frac{(0,16 - 0,15)}{(0,24 - 0,15)} = 0,11 \text{ (для суглинки).}$$

Число пластичності визначається за формулою:

$$J_p = W_L - W_p = 0,24 - 0,15 = 0,09 \text{ (для суглинки).}$$

Залежно від числа пластичності  $J_L$  та коефіцієнта пористості  $e$ , визначаємо нормативні значення питомого зчеплення  $C$ , кута внутрішнього тертя -  $\varphi$  та модуля деформації –  $E$ . Отримані дані зводяться до таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Фізико-механічні характеристики ґрунтів

Вид ґрунта	Міцність шару, м	$\rho_s$ , т/м <sup>3</sup>	$\rho$ , т/м <sup>3</sup>	$\rho_d$ , т/м <sup>3</sup>	W	W <sub>L</sub>	W <sub>p</sub>	J <sub>p</sub>	J <sub>L</sub>	e	C, МПа	$\varphi$ , град.	E, МПа
Лесові суглинки	9,2	2,68	1,55	1,440	0,16	0,24	0,15	0,09	0,11	0,86	0,022	22,0	19,5
Пісок дрібнозерністий	8,8	2,65	1,92	1,641	0,17	-	-	-	-	0,61	0,003	33,6	32,0

### 2.3 2 Перевірка конструкції існуючого фундаменту на міцність

Глибина закладення фундаменту – 1,45 м, бетон класу С12/15.

Розміри фундаменту у плані – 1,8х1,8 м із площею подошви – 3,24 м<sup>2</sup>.

Висота нижнього ступеня – 40 см, висота двох верхніх сходів – 30 см.

Армування нижньої плити фундаменту прийнято: 5Ø16 А-240С з  $A_s = 10,05 \text{ см}^2$  з кроком  $s=300 \text{ мм}$ .

Визначення навантажень та зусиль. На рівні верху фундаменту від колони передаються максимальні зусилля:  $M_{\max}=606,53 \text{ кНм}$   $N_{\max}=315,88 \text{ кН}$   $Q_c=5,89 \text{ кН}$ .

Перевірочні розрахунки проводимо дію лише вертикальної навантаження, так як цегляні колони, що передають навантаження на фундамент, не сприймають напруг, що розтягують.

Перевірка розмірів фундаменту. Знаходимо ДБН Б.2.1-10:2018 значення  $M_\gamma=0,29$ ;  $M_q=2,17$ ;  $M_c=4,69$  – безрозмірні коефіцієнти, залежні від розрахункового кута внутрішнього тертя.

Розрахунковий опір ґрунту основи:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} [M_\gamma \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d \cdot \gamma'_{II} + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot c_{II}] \quad (2.12)$$

де  $\gamma_{c1}=1,2$  и  $\gamma_{c2}=1,05$  – коефіцієнти умов роботи;

$k=1$  – коефіцієнт щодо  $\varphi_{II}$  і  $c_{II}$  за результатами випробувань ґрунтів;  
 $kz=1$  при  $b<10$ .

$\gamma_{II}$  – щільність ґрунту, ущільненого важкими трамбівками для усунення просадних властивостей ґрунту,  $\gamma_{II}=18,5 \text{ кН/м}^3$ .

$$R = \frac{1,2 \cdot 1,05}{1} [0,29 \cdot 1 \cdot 1,8 \cdot 17,8 + 2,17 \cdot 1,45 \cdot 18,2 + 4,69 \cdot 14] = 163 \text{ кПа}$$

Для лесових просадних ґрунтів розрахунковий опір ґрунту основи визначаємо з урахуванням ущільнення в період експлуатації будівлі за формулою:

$$R' = R \cdot m = 163 \cdot 1,3 = 212 \text{ кПа} \quad (2.13)$$

де  $m$  - коефіцієнт, що враховує ущільнення ґрунту в період експлуатації будівлі; при  $W=16\%$  та термін експлуатації понад 25 років  $m=1,3$ .

Площа подошви фундаменту перевіряємо за зусиллям  $N_{\max}=315,88$  кН як для центрально навантаженого фундаменту з урахуванням коефіцієнта:

$$A_{\phi} = \frac{N_{\max}}{R_0 - d \cdot \gamma_m} = \frac{315,88}{212 - 1,45 \cdot 20} = 1,73 \text{ м}^2 < 3,24 \text{ м}^2$$

де  $\gamma_m = 20$  кН/м<sup>3</sup> - середня питома вага матеріалу фундаменту та ґрунту, що лежить на уступах.

Площа фундаменту є достатньою для сприйняття навантаження від колони після реконструкції будівлі.

Мінімальна висота фундаменту з умов продавлювання його колоною:

$$h_0 \geq -\frac{h_c + b_c}{4} + 0,5 \sqrt{\frac{N}{k \cdot R_{bt} + p_{sf}}}$$

где  $p_{sf} = N/A = 315,88/3,24 = 97,5$  кН/м<sup>2</sup>;  $k=1$ ;  $R_{bt}=0,75$  МПа=750 кН/м<sup>2</sup>;

$$h_0 \geq -\frac{0,51 + 0,51}{4} + 0,5 \sqrt{\frac{315,9}{750 + 97}} = 0,05 \text{ м}$$

Існуюча висота фундаменту  $h = 100$  см, уступи по 30 см задовольняє вимогу за міцністю продавлювання.

Мінімальна робоча висота нижнього ступеня:

$$h_0^1 = \frac{p_{sf}(a - h_c - 2 \cdot h_0)}{\sqrt{k_2 \cdot R_{bt} \cdot p_{sf}}} = \frac{9,7(180 - 51 - 2 \cdot 96)}{\sqrt{2 \cdot 750 \cdot 9,7}} < 0$$

Висота нижнього ступеня  $h = 40$  см  $> h_{\min}$ .

Перевірка міцності фундаменту на продавлювання поверхнею піраміди, обмеженою площинами, проведеними під кутом 45<sup>0</sup> до бокових граней колони:

$$F \leq \alpha \cdot R_{bt} \cdot h_0 \cdot u_m, \quad (2.14)$$

де  $F = N - A_{fp} \cdot p_{sf} = 315900 - 59049 \cdot 9,7 = -256875$  Н  $< 0$

$$A_{fp} = (h_c + 2 \cdot h_0)^2 = (51 + 2 \cdot 96)^2 = 59049 \text{ см}^2$$

Міцність фундаменту на продавлювання поверхнею піраміди, обмеженою площинами, проведеними під кутом  $45^0$  до бокових граней колони забезпечена.

Перевірка армування фундаменту. При розрахунку арматури для фундаменту за розрахункові приймаємо згинальні моменти за перерізами, що відповідають розташуванню уступів фундаменту як для консолі із защемленим кінцем:

$$M_1 = \frac{p_{sf} \cdot (a - a_1)^2 \cdot b}{8} = \frac{97 \cdot (1,8 - 1,11)^2 \cdot 1,8}{8} = 10,4 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_2 = \frac{p_{sf} \cdot (a - a_2)^2 \cdot b}{8} = \frac{97 \cdot (1,8 - 0,81)^2 \cdot 1,8}{8} = 21,4 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_3 = \frac{p_{sf} \cdot (a - h_c)^2 \cdot b}{8} = \frac{97 \cdot (1,8 - 0,51)^2 \cdot 1,8}{8} = 36,1 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Необхідний переріз арматури в одному напрямку:

$$A_{s1} = \frac{M_1}{0,9 \cdot h_0 \cdot R_s} = \frac{10,4 \cdot 10^5}{0,9 \cdot 35 \cdot 28000} = 1,18 \text{ см}^2$$

$$A_{s2} = \frac{M_2}{0,9 \cdot h_0 \cdot R_s} = \frac{21,4 \cdot 10^5}{0,9 \cdot 65 \cdot 28000} = 1,3 \text{ см}^2$$

$$A_{s3} = \frac{M_3}{0,9 \cdot h_0 \cdot R_s} = \frac{36,1 \cdot 10^5}{0,9 \cdot 35 \cdot 28000} = 1,49 \text{ см}^2$$

При кроці  $s=300$  мм укладають 5 стрижнів:  $5\varnothing 7$  A240C з  $A_s = 1,92 \text{ см}^2$ , що менше існуючого перерізу арматури:  $5\varnothing 16$  A240C з  $A_s = 10,05 \text{ см}^2$

Відсоток армування:

$$\mu = \frac{10,05}{180 \cdot 35} 100 = 0,16\% > \mu_{\min} = 0,1\%$$

Існуючі параметри фундаменту дрібного закладення задовольняють необхідним вимогам щодо міцності.

### 2.3.3 Розрахунок фундаменту за деформаціями

Розрахунок за деформаціями основ повинен виконуватись із метою обмеження абсолютних чи відносних переміщень об'єкта (фундаменту) сумісно з основою такими межами, за яких забезпечуються експлуатаційні якості та довговічність об'єкта, унеможливаються прояви недопустимих осідань, підйомів, кренів, змін проектних рівнів і положень конструкцій, розладнання їх з'єднань тощо.

Міцність, деформативність і тріщиностійкість фундаментів і над фундаментних конструкцій повинні перевірятись розрахунком на зусилля, які виникають при взаємодії об'єкта з основою.

Розрахунки споруди за деформаціями основи повинні виконуватись виходячи з умови їх сумісної роботи.

Визначаємо осадку центральне завантаженого фундаменту методом пошарового елементарного підсумовування до реконструкції, що проводиться.

Уточнюємо середній тиск по підшві фундаменту:

$$a \times b = 1,8 \times 1,8 \text{ м}$$

$$P_{\text{cp}} = \frac{N_{\text{max}} + a_f \cdot b_f \cdot d \cdot \gamma_{\text{cp}}}{A_f} = \frac{315,9 + 9 + 1,8 \cdot 1,8 \cdot 1,45 \cdot 20}{3,24} = 126,5 \text{ кПа},$$

що також не перевищує розрахункового опору ґрунту основи  $R=212$  кПа, а також визначаємо додатковий тиск на основу:

$$P_0 = P_{\text{cp}} - \sigma_{zq} = 126,5 - 16,7 \times 1,45 = 102,3 \text{ кПа}.$$

Задаємося товщиною елементарного шару  $z = 0,4 \cdot b_f = 0,4 \cdot 1,8 = 0,72$  м; і розраховуємо ординати додаткового тиску за формулою  $\sigma_{zp} = \alpha P_0$ , результати заносимо до таблиці 2.5:

Таблиця 2.5 - Визначення осідання фундаменту

z, м	$\xi = \frac{2 \cdot z}{b}$	$\alpha$	$\sigma_{zp}$ , кПа	$\sigma_{zg}$ , кПа	$0,2 \cdot \sigma_{zg}$ , кПа	E, МПа
0	0	1	102,3	24,2	4,84	19,5
0,72	0,8	0,8	81,8	36,8	7,36	19,5
1,44	1,6	0,449	45,9	49,4	9,88	19,5
2,16	2,4	0,257	26,3	62	12,4	19,5
2,88	3,2	0,16	16,4	74,6	14,9	19,5
3,6	4,0	0,108	11,1	87,2	17,4	19,5

Осідання закінчується в шарі, де виконується умова:  $\sigma_{zp} \leq 0,2 \cdot \sigma_{zg}$ , тобто на глибині 3,6 м

Розрахунок осідання провадиться за формулою:

$$S = \beta \cdot \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zpi} \cdot h_i}{E_i} = \frac{0,8 \cdot 0,72}{19500} \cdot \left( \frac{102,3 + 81,8}{2} + \frac{81,8 + 45,9}{2} + \frac{45,9 + 26,3}{2} + \frac{26,3 + 16,4}{2} + \frac{16,4 + 11,1}{2} \right) = 0,006 \text{ м} = 0,6 \text{ см}$$

Осідання основи з глинистих ґрунтів з показником плинності  $J_L > 0$  за період експлуатації будівлі відбувається на 50% від повного осаду. Після цього перевіряємо умову  $S = 0,6 \cdot 50\% = 0,3 \text{ см} \leq S_n = 8 \text{ см}$  – значення граничної деформації основи.

### 3 ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ 3 РЕКОНСТРУКЦІЇ

#### 3.1 Розробка технологічної карти на влаштування монолітних лотків та приямків при заміні газопровідних комунікацій

Галузь застосування. Технологічна карта розроблена на влаштування монолітних лотків та приямків при заміні газопровідних комунікацій у цеху випалу. Передбачено розбирання старих лотків із цегли, розробка ґрунту з ручним доопрацюванням, пристрій підготовки під лотки, бетонування конструкцій з подальшою обмазувальною гідроізоляцією, настилення сталевих щитових настилів. Як вантажопідйомні механізми використовувати діючі мостові крани цеху, що реконструюється.

Визначення об'ємів виконання робіт.

Таблиця 3.1 - Відомість об'ємів робіт(на 1 приямок)

№	Найменування робіт	Одиниця виміру	Об'єм
1	Розробка ґрунту	м <sup>3</sup>	35,76
2	Розбирання цегляної кладки	м <sup>3</sup>	4
3	Ручне доопрацювання ґрунту	м <sup>3</sup>	1,57
4	Улаштування підготовки	м <sup>2</sup>	8
5	Установка заставних деталей і арматури	кг	179
6	Електрозварювання заставних деталей і арматури	1 м шва	1,3
7	Встановлення і розбирання опалубки	м <sup>2</sup>	28,8
8	Бетонування монолітних конструкцій	м <sup>3</sup>	3,2
9	Гідроізоляція обмазувальна	м <sup>2</sup>	28,8
10	Установка щитового настилу	т	0,02

Загальна кількість - 3 приямок.

Таблиця 3.2 - Відомість об'ємів робіт(на 1 м лотка)

№	Найменування робіт	Одиниця виміру	Об'єм
1	Розробка ґрунту	м <sup>3</sup>	2,16
2	Розбирання цегляної кладки	м <sup>3</sup>	0,4
3	Ручне доопрацювання ґрунту	м <sup>3</sup>	0,24
4	Улаштування підготовки	м <sup>2</sup>	2
5	Установка заставних деталей і арматури	кг	5
6	Електрозварювання заставних деталей і арматури	1 м шва	0,5
7	Встановлення і розбирання опалубки	м <sup>2</sup>	4
8	Бетонування монолітних конструкцій	м <sup>3</sup>	0,44
9	Гідроізоляція обмазувальна	м <sup>2</sup>	4
10	Установка щитового настилу	т	0,01

Загальна кількість - 432 м лотків.

Технологія і організація виконання робіт.

Підготовчі процеси. До початку облаштування лотків і приямків необхідно:

- демонтувати існуючі комунікації в місці проведення робіт;
- розібрати існуючі лотки з цеглини;
- прокласти необхідні проїзди і під'їзні шляхи для транспорту і будівельної техніки;
- підготувати місця складування, складання опалубки, укрупнення арматурних сіток і каркасів, доставити монтажне оснащення і пристосування;
- завезти на склад комплекти опалубки, арматурні сітки і каркаси;
- виконати необхідну підготовку під фундаменти;
- зробити геодезичне розбиття осей і розбиття положення лотків відповідно до проекту;
- відмітити положення робочих площин щитів опалубки стінок лотків



за допомогою причалування, штирів, інших фіксаторів;

- перевірити правильність облаштування бетонної підготовки і розмітку положення осей і відміток основи лотків.

На улаштування підготовки під лотки мають бути складені акти на приховані роботи. Підготовлена основа під лотки має бути прийнята по акту комісією.

Установка опалубки. Опалубка на будівельний майданчик повинна поступати комплектно, готовою до установки і багатократному використанню, без необхідності великих виправлень і доробок.

Контроль доставленого на будівельний об'єкт комплекту опалубки повинен включати: зовнішній візуальний огляд, перевірку комплектності, якості використовуваних матеріалів, зварних швів, геометричних розмірів збиральних одиниць і елементів, різьбових з'єднань, лакофарбних покриттів, наявність маркування на виробач, бути розміщені в зоні дії монтажного крану. Вони повинні зберігатися під навісом, в положенні, в якому елементи опалубки знаходились в процесі транспортування, розсортованими по марках і типорозмірам і в умовах, що виключають механічні ушкодження. Щити опалубки укладають в штабелі заввишки не більше 1,2 м на дерев'яних підкладках і прокладеннях, інші кріпильні елементи потрібно зберігати в ящиках. До початку монтажу опалубки виконують укрупнене складання щитів в панелі.

Улаштування опалубки лотків виконують в наступній послідовності:

- очищають щити і інші елементи від бруду і розчину;
- наносять антиадгезійне покриття на опалубку;
- приєднують кронштейни помостей до щита опалубки;
- сполучають щити опалубки між собою в єдину опалубну панель за допомогою замків; по висоті в кутових і центральній зонах встановлюють три замки;
- опалубні панелі за допомогою мостового крану піднімають з місця складання, подають до місця установки і встановлюють впритул до

бетонному цоколю, раніше забетонованого;

- розкріплюють опалубні панелі за допомогою підкосів;
- укладають робочі настили на кронштейни подмостей;
- стягування з одного боку через отвори в щитах і втулки, розташовані між щитами, простягаються на іншу сторону;
- натягують стягування за допомогою гайок з однієї або двох сторін до повного з'єднання між собою щитів і розташованою між ними втулки, довжина якої дорівнює товщині опалублюваної конструкції;
- здійснюють перевірку надійності кріплення елементів опалубки і якості її складання.

При монтажі опалубки під особливим контролем знаходиться зміщення осей опалубки від проектного положення і відхилення площини опалубки від вертикалі по усій висоті опалубної панелі.

В процесі установки щитів і панелей для опалублювання необхідно постійно контролювати щільність прилягання елементів один до одного, розміри щілин в стикових з'єднаннях, а також відсутність люфту в шарнірних з'єднаннях опалубки. Щілини в стикових з'єднаннях не мають бути більше 1 мм.

Армування конструкції. Армування залізобетонних конструкцій бажано здійснювати зварними арматурними каркасами і сітками заводського виготовлення.

Арматурні елементи і готові сітки доставляють на будівельний об'єкт і розташовують на майданчику для складування. При прийманні поставленої на об'єкт арматури, сіток і каркасів контролюють відповідність арматурних стержнів і сіток проекту, діаметр і відстань між робочими стержнями каркасів і сіток. Елементи каркаса, які вимагають попереднього укрупнення складання, привозять на майданчик складу. Арматурні каркаси і сітки збирають на стенді укрупненого складання з використанням необхідних кондукторів і усіх видів зварювання: контактне, точкове, електродугою, в

окремих випадках в'язкою. Арматурні каркаси і сітки комплектують в пакети і у такому вигляді монтажним краном подають в зону виробництва робіт.

Арматурні сітки плиткової частини лотка влаштовують в опалубці на фіксатори, що забезпечують захисний шар бетону за проектом. Інші елементи арматурного каркаса встановлюють і закріплюють на зварюванні або в'язальним дротом при дотриманні необхідного захисного шару бетону.

В процесі монтажу арматури в опалубку стін особливу увагу приділяють забезпеченню проектних розмірів товщини захисного шару бетону, зміщенню арматурних стержнів при їх установці в опалубку, а також при виготовленні на місці арматурних каркасів і сіток.

Для оцінки відхилення від проектних значень положення осей і вертикальності каркасів використовують геодезичні інструменти.

Процеси армування і установки опалубки взаємозв'язані. В залежності від місця розташування конструкції можна спочатку встановити арматуру, а потім опалубку, в яку укладають арматурні сітки і каркаси. В окремих випадках влаштовують частину опалубки, в неї встановлюють і скріплюють з нею арматурні каркаси, приставляють і з'єднують інші опалубні щити.

Змонтована арматура має бути надійно закріплена і захищена від деформацій і зміщень в процесі виконання робіт з бетонування конструкцій. Хрестові перетини стержнів арматури, укладених поштучно, в місцях їх перетинів необхідно скріплювати в'язальним дротом або за допомогою спеціальних дротяних з'єднувальних скріпок. Проектне положення арматурних стержнів і сіток повинне забезпечуватися правильною установкою підтримувальних пристроїв, шаблонів, фіксаторів, прокладень і підставок. У якості черинь-став не можуть бути застосовані обрізки арматури, дерев'яні бруски, шматки цеглини, щебеню, гравію.

Приймання змонтованої арматури, усіх стикових з'єднань повинна проводитися до укладання бетонної суміші і оформлятися актом на приховані роботи. У акті мають бути відмічені можливі відступи від проекту, дана оцінка якості змонтованої арматури.

Після установки арматури і опалубки, перевірки якості виконаних робіт дається дозвіл на виробництво бетонних робіт.

Бетонування. До початку робіт по укладанню бетонної суміші в опалубку стін і перекриттів необхідно закінчити монтаж арматури і опалубки в межах захватки. Перед укладанням бетонної суміші потрібна перевірити якість установки і закріплення опалубки, а також усіх конструкцій і елементів, що закриваються в процесі бетонування (арматура, закладних деталі та інше).

Перед укладанням бетонної суміші необхідно:

- перевірити правильність установки арматури і опалубки, установки і закріплення фіксаторів, що забезпечують необхідну товщину захисного шару бетону;

- прийняти по акту усі приховані конструкції і елементи, доступ до яких після бетонування буде неможливий;

- очистити арматуру і опалубку від сміття, бруду і іржі.

До складу робіт по бетонуванню окремих конструкцій входять:

- прийом бетонної суміші і подання її в зону виробництва робіт;

- укладання і ущільнення бетонної суміші;

- відхід за бетоном в процесі набору їм необхідній міцності.

- Бетонування лотка виконують в два етапи. На першому етапі бетонують плиткову частину лотка до відмітки низу стінної частини, на другому - верхню частину після установки і закріплення вкладиша.

Безперебійну доставку на об'єкт бетонної суміші доцільно організувати за допомогою автобетозмішувача. Подання бетонної суміші до місця укладання може бути вирішене в декількох варіантах - за допомогою цебрів із спеціальними звужуючими насадками або бункерами мостовими кранами.

Бетонну суміш укладають горизонтальними шарами завтовшки 0,3...0,5 м, без розривів по довжині і з послідовним напрямом укладки в один бік в усіх шарах.

Кожен шар ретельно ущільнюють віброулавами (глибинними вібраторами). При ущільненні бетонної суміші не допускається те, що спирається вібраторів на арматуру, заставні деталі, гвинтові стягування і інші елементи опалубки.

При ущільненні бетонної суміші кінець робочої частини вібратора занурюватися в раніше укладений шар бетону на 5... 10 см Крок перестановки вібратора не повинен перевищувати 1,5 радіусу його дії.

Вібрація на одній позиції повинна забезпечити достатнє ущільнення, основними ознаками якого є:

- припинення осідання укладеної бетонної суміші;
- поява цементного молока на її поверхні;
- припинення виділення на поверхні бульбашок повітря.

Витягати вібратор при перестановці слід повільно і, не вимикаючи його, давати тим самим можливість порожнечі під наконечником рівномірно заповнюватися бетонною сумішшю. Укладання подальшого шару бетонної суміші необхідно виконувати до початку схоплювання бетону попереднього шару. Перерва між укладанням шарів бетонної суміші може бути в переділах 40 мін, але подальший шар має бути укладений до початку схоплювання бетонної суміші.

Проведення і прийняття робіт по бетонуванню лотків здійснюють відповідно до СНиП 3.02.01-87.

Допустимі відхилення при прийманні підготовленої опалубки приймають в наступних межах:

- відхилення по вертикалі площини опалубки на 1 м висоти - 5 мм
- на усю висоту опалубки - 14 мм;
- зміщення осей опалубки від проектного положення - 8 мм;
- зміщення осей опалубки відносно осей споруди - 10 мм.

Демонтаж опалубки дозволяється робити після досягнення бетоном необхідної міцності.

Таблиця 3.3 - Калькуляція трудових витрат і заробітної плати.(на 1 м лотка)

№ з/п	Найменування робіт	§ ЄННР	Одиниця виміру	Норма часу		Об'єм робіт	Трудомісткість		Склад ланки
				чол.г	маш.·г		чол.·г.	маш.·г	професія, розряд
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Розробка ґрунту в ямах під будівельні конструкції	2-1-34	м <sup>3</sup>	7,8	-	2,16	16,8	-	Землекоп 3р. - 1 2р. - 1
2	Розбирання цегляної кладки	3-3	м <sup>3</sup>	5,4	-	0,4	2,2	-	Муляр 3р. - 1
3	Ручне доопрацювання ґрунту	2-1-26	м <sup>3</sup>	5,6	-	0,24	1,3	-	Землекоп 2р. - 1
4	Улаштування піщаної підготовки	19-29	100 м <sup>2</sup>	10,5	-	0,02	0,2	-	Підсобний робітник 2р. - 1
5	Установка арматури і заставних деталей	3-14	100 кг	1,2	-	0,05	0,1	-	Арматурник 4р. - 1
6	Електрозварювання арматури і заставних деталей	4-1-17	1м шва	0,56	-	0,5	0,3	-	Електрозварник 5р. - 1
7	Встановлення опалубки	4-1-28	м <sup>2</sup>	1,7	-	4	6,8	-	Тесляр 5р. - 1 3р. - 1
8	Бетонування лотка	4-1-37	м <sup>3</sup>	1,6	-	0,44	0,7	-	Бетоняр 4р. - 1 2р. - 1

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9	Розбирання опалубки	4-1-28	м <sup>2</sup>	0,8	-	4	3,2	-	Тесляр 4р. - 1 2р. - 1
10	Гідроізоляція	3-2	100 м <sup>2</sup>	8,6	-	0,04	0,4	-	Ізолювальник 5р. - 1
11	Улаштування підлоги	19-30	100 м <sup>2</sup>	7,5	-	0,02	0,2	-	Бетоняр 3р. - 1 2р. - 1
12	Улаштування щитового настилу	5-1-14	т	34	-	0,01	0,34	-	Монтажник 4р. - 1 Електрозварник 5р. - 1
	Всього на 1 м лотка :						33,2		
	<b>Разом на 432 м лотка :</b>						<b>14318,4</b>		

Таблиця 3.4 – Схема операційного контролю якості арматурних робіт. Склад операцій і засобу контролю

Етапи робіт	Контрольовані операції	Контроль (метод, об'єм)	Документація
Підготовчі роботи	Перевірити: - - наявність документу про якість; - - якість арматурних виробів (при необхідності провести необхідні виміри і відбір проб на випробування); - - якість підготовки і відмітки основи, що несе; - - правильність установки і закріплення опалубки.	Візуальний  Візуальний, вимірювальний  Те ж Технічний огляд	Паспорт ((сертифікат), загальний журнал робіт
Установка арматурних виробів	Контролювати: - - порядок зборки елементів арматурного каркаса, якість виконання зварювання (в'язки) вузлів каркаса; - - точність установки арматурних виробів в плані і по висоті, надійність їх фіксації; - - величину захисного шару бетону.	Технічний огляд усіх елементів  Те ж	Загальний журнал робіт
Приймання виконаних робіт	Перевірити: - - відповідність положення встановлених арматурних виробів проектного; - - величину захисного шару бетону; - - надійність фіксації арматурних виробів в опалубці; - - якість виконання зварювання (в'язки) вузлів каркаса.	Візуальний вимірювальний Вимірювальний Технічний огляд усіх елементів Те ж	Акт освидетельствования прихованих робіт
Контрольно-вимірювальний інструмент: шхил, рулетка металева, лінійка металева			
Операційний контроль здійснюють: майстер (виконроб). Приймальний контроль здійснюють: працівники служби якості, майстер (виконроб), представники технагляду замовника.			



Таблиця 3.5 - Схема операційного контролю якості на укладання бетонної суміші. Склад операцій і засобу контролю

Етапи робіт	Контрольовані операції	Контроль (метод, об'єм)	Документація
1	2	3	4
Підготовчі роботи	Перевірити:		Загальний журнал
	- - наявність актів на раніше виконані приховані роботи;	Візуальний	робіт, акт приймання раніше виконаних робіт, паспорти
	- - правильність установки і надійність закріплення опалубки, що підтримують	Технічний огляд	(сертифікати)
	лісів, кріплень і підмостей,		
	- - підготовленість усіх механізмів і пристосувань,	Візуальний	
	бетонних робіт, що забезпечують виробництво;		
	- - чистоту основи або раніше укладеного шару бетону і	Те ж	
	внутрішній поверхні опалубки;		
	- - наявність на внутрішній поверхні опалубки мастила;	- " -	
	- - стан арматури і заставних деталей (наявність іржі, масла і т. д.). відповідність положення встановлених арматурних виробів проектному	Технічний огляд вимірювальний	
	- - винесення проектною відмітки верху бетонування на внутрішній поверхні опалубки.	Вимірювальний	
Укладання бетонної суміші	Контролювати:		Загальний журнал робіт,
тверднення бетону,	- - якість бетонної суміші;	Лабораторний (до укладання в конструкцію)	журнал бетонних робіт

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4
розпалублення	- - стан опалубки;	Технічний огляд	
	- - висоту скидання бетонної суміші, товщину шарів, що укладаються, крок перестановки	Вимірювальний	
	глибинних вібраторів, глибину їх занурення, тривалість		
	вібрації, правильність виконання робочих швів;		
	- - режим температурної вологості тверднення бетону згідно з вимогами ПВР;	Вимірювальний, в місцях, певних ПВР	
	- - фактичну міцність бетону і терміни тієї, що розпалубила	Вимірювальний, не менше одного разу на увесь об'єм тієї, що розпалубила	
Приймання	Перевірити:		Загальний журнал робіт,
виконаних робіт	- - фактичну міцність бетону;	Лабораторний	геодезична сумлінна
	- - якість поверхні конструкцій,	Візуальний, вимірювальний,	схема
	геометричні її розміри, відповідність проектному положенню усієї конструкції, а також отворів, каналів, отворів, заставних деталей	кожен елемент конструкції	
Контрольно-вимірювальний інструмент: схил будівельний, рулетка, лінійка металева, нівелір.			
Операційний контроль здійснюють: майстер (виконроб), інженер лабораторного поста - в процесі виконання робіт.			
Приймальний контроль здійснюють: працівники служби якості, майстер (виконроб), представники технагляду замовника			

Таблиця 3.6 – Схема операційного контролю якості опалубочних робіт. Склад операцій і засобу контролю

Етапи робіт	Контрольовані операції	Контроль ((метод, об'єм)	Документація
Підготовчі роботи	Перевірити: - - наявність документу про якість на опалубку; - - наявність ПВР на установку і приймання опалубки; - - якість підготовки і відмітки основи, що несе; - - наявність і стан кріпильних елементів, засобів підмащування.	Візуальний Те ж Візуальний вимірювальний Візуальний	Паспорт (сертифікат), загальний журнал робіт (журнал бетонних робіт)
Зборка опалубки	Контролювати: - - дотримання порядку зборки щитів опалубки, установки кріпильних елементів, засобів підмащування, заставних елементів; - - щільність сполучення щитів опалубки між собою і з раніше укладеним бетоном; - - дотримання геометричних розмірів і проектних нахилів площин опалубки; - - надійність кріплення щитів опалубки.	Технічний огляд  Вимірювальний, усіх елементів Те ж  Технічний огляд	Загальний журнал робіт ((журнал бетонних робіт)
Приймання опалубки	Перевірити: - - відповідність геометричних розмірів опалубки проектним;  - - положення опалубки відносно розбівочних осей в плані і по вертикалі, в т.ч. позначення проектних відміток верху бетонованої конструкції усередині поверхні опалубки; - - правильність установки і надійність кріплення пробок і заставних деталей, а також усієї системи в цілому.	Вимірювальний, усіх елементів  Вимірювальний  Технічний огляд	Загальний журнал робіт ((журнал бетонних робіт)
Контрольно-вимірювальний інструмент: рулетка, схи́л будіве́льний, нівелі́р, теодо́літ, лінійка металева.			
Операційний контроль здійснюють: майстер (виконроб), геодезист - в процесі виконання робіт.			
Приймальний контроль здійснюють: працівники служби якості, майстер (виконроб), представники технагляду замовника.			

Після набору бетоном необхідної міцності здійснюється демонтаж опалубки перекриття, колон і ядра жорсткості. Проводиться перевірка відповідності конструкцій проекту.

У таблиці 3.7. приведені необхідні матеріальні ресурси для улаштування монолітних залізобетонних конструкцій.

Таблиця 3.7 - Відомість потреби в машинах, інструментах.

№ з/п	Найменування	Одиниця виміру	Кількість
1	Компресор С-2	шт.	1
2	Нівелір Н-5	шт.	1
3	Теодоліт Т-10	шт.	1
4	Метр складаний металевий	шт.	3
5	Лом монтажний	шт.	5
6	Кувалда	шт.	2
7	Щітка сталева	шт.	3
8	Молоток слюсарний	шт.	3
9	Схил	шт.	4
10	Ножівка по дереву	шт.	2
11	Трансформатор зварювальний	шт.	2
12	Цебер	шт.	3
13	Рейка-правило	шт.	2
14	Щити подмости	шт.	2
15	Сходи	шт.	2

Охорона праці і промислова безпека. Конкретні умови забезпечуються і вирішуються у складі проекту виробництва робіт, при виробництві покрівельних робіт необхідно керуватися також вказівками і заходами по протипожежній техніці.

Опалубку, яка використовується для зведення монолітних залізобетонних конструкцій, необхідно виготовляти і застосовувати відповідно до проекту виробництва робіт, затвердженого в установленому порядку.

При установці елементів опалубки в декілька ярусів кожен подальший ярус слід встановлювати тільки після закріплення нижнього ярусу.

Розміщення на опалубці устаткування і матеріалів, не передбачених проектом виробництва робіт, а також перебування людей, що безпосередньо не беруть участь у виробництві робіт на настилі опалубки, не допускається. Розбирання опалубки повинне робитися (після досягнення бетоном заданої міцності) з дозволу виробника робіт, а особливо відповідальних конструкцій (по переліку, встановленому проектом) - з дозволу головного інженера.

Заготівля і обробка арматури повинні виконуватися в спеціально призначених для цього і відповідно обладнаних місцях.

При виконанні робіт по заготівлі арматури необхідно:

- захищати місця, призначені для розмотування бухт (мотків) і виправлення арматури;
- при різанні верстатами стержнів арматури на відрізки завдовжки менше 0,3 м застосовувати пристосування, застережливі їх розліт;
- захищати робоче місце при обробці стержнів арматури, що виступають за габарити верстака, а у двосторонніх верстаків, окрім цього, розділяти верстак посередині подовжньою металевою запобіжною сіткою заввишки не менше 1 м;
- складати заготовлену арматуру в спеціально відведені для цього місця;
- закривати щитами торцеві частини стержнів арматури в місцях загальних проходів, що мають ширину менше 1 м.

При виконанні робіт по натягненню арматури необхідно:

- встановлювати в місцях проходу працюючих захисні огорожування заввишки не менше 1,8 м;
- обладнати пристрої для натягнення арматури сигналізацією, приведеною в дію при включенні приводу натягача;
- не допускати перебування людей на відстані ближче за 1 м від арматурних стержнів, що нагріваються електрострумом.

Елементи каркасів арматури необхідно пакетувати з урахуванням умов їх підйому, складування і транспортування до місця монтажу.

При приготуванні бетонної суміші з використанням хімічних добавок необхідно вжити заходи до попередження опіків шкіри і ушкодження очей працюючих.

Бункери(цебри) для бетонної суміші повинні задовольняти нормам.

Переміщення завантаженого або порожнього бункера дозволяється тільки при закритому затворі.

Щодня перед початком укладання бетону в опалубку необхідно перевіряти стан тари, опалубки і засобів підмащування.

Виявлені несправності слід негайно усувати.

Перед початком укладання бетонної суміші віброхоботом необхідно перевіряти справність і надійність закріплення усіх ланок віброхобота між собою і до страхувального канату.

При укладанні бетону з цебрів або бункера відстань між нижньою кромкою цебра або бункера і раніше укладеним бетоном або поверхнею, на яку укладається бетон, має бути не більше 1 м, якщо інші відстані не передбачені проектом виробництва робіт.

При ущільненні бетонної суміші електровібраторами переміщати вібратор за токоведучі шланги не допускається, а при перервах в роботі і при переході з одного місця на інше електровібратори необхідно вимикати.

Естакади для подання бетонної суміші автосамоскидами мають бути обладнані відбійними брусами. Між відбійним брусом і огорожуванням мають бути передбачені проходи шириною не менше 0,6 м. На тупикових естакадах мають бути встановлені поперечні відбійні бруси.

Техніко-економічні показники по карті:

Об'єм робіт - 199,68 м<sup>3</sup>

Загальні трудовитрати - 1890 чол.-зм.

Питома трудомісткість на 1 м<sup>3</sup> бетону -  $9,45 \frac{\text{чел.}-\text{см}}{\text{м}^3}$

## 4 ПРОЕКТУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ РІШЕНЬ РЕКОНСТРУКЦІЇ ПРОМИСЛОВОЇ БУДІВЛІ

### 4.1 Визначення обсягів робіт та розрахунок сітьового графіку

Обсяги будівельно-монтажних робіт підраховуємо на підставі вихідних даних за правилами в номенклатурі та одиницях, прийнятих згідно КНУ «Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи» та КНУ «Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно-будівельні роботи».

Результати розрахунків обсягу будівельних робіт зведено до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Відомість обсягів робіт

№	Найменування робіт	Одиниця виміру	Об'єм
1	2	3	4
1	Розбирання бетонного покриття підлоги	м <sup>2</sup>	1421,3
2	Розбирання бетонної основи підлоги	м <sup>3</sup>	142,13
3	Розробка ґрунту	м <sup>3</sup>	1040,4
4	Розбирання цегляної кладки	м <sup>3</sup>	184,8
5	Ручне доопрацювання ґрунту	м <sup>3</sup>	108,4
6	Облаштування бетонної підготовки	м <sup>3</sup>	161,6
7	Установка заставних деталей	т	13,5
8	Облаштування монолітних конструкцій	м <sup>3</sup>	199,7
9	Зворотна засипка ґрунту	м <sup>3</sup>	827,3
10	Ущільнення ґрунту	м <sup>3</sup>	827,3
11	Гідроізоляція обмазувальна	м <sup>2</sup>	1814,4
12	Установка щитового настилу	т	26,5

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4
13	Монтаж знімної металевої підлоги	м <sup>2</sup>	710
14	Ущільнення щебеню під полу	м <sup>2</sup>	721,2
15	Облаштування бетонного підстиляючого шару	м <sup>3</sup>	36,6
16	Облаштування бетонного покриття $\delta=50$ мм	м <sup>2</sup>	721,2

Визначення трудомісткості робіт. Трудомісткість робіт та потреба будівельних машин у машино-годинах розраховані за допомогою автоматизованого програмного комплексу «АВК-5», результати розрахунку яких наведено нижче[22-24].

На підставі локального кошторису №1 складено картку-визначник робіт (КОР), де по пунктно об'єднуємо роботи, які виконуються одним потоком при незмінному складі бригади. Результати розрахунку картки-визначника робіт представлені у таблиці 4.2.

Розрахунок мережного графіка. У таблиці 4.3 наведено розрахунок сітьового графіка будівництва розрахований за укрупненими показниками



Таблиця 4.2 - Картка-визначник робіт

Шифр	Характеристика робіт						Виконавець		Механізми	
	Найменування робіт і комплексів	Об'єм		Трудоміст кість чол-зм маш-зм	Тривалість, дн	Змінність	Професія	Кількість	Найменування механізмів	Кількість
		Одиниця виміру	Кількість							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1-2	Підготовчі роботи				5	2		5		
2-3	Розбирання підлог I захв.	100 м <sup>2</sup>	4,74	$\frac{96,8}{16,2}$	8	2	Бетоняр	6	Компресор Молоток відбійний	1 1
3-4	Розробка ґрунту I захв.	100 м <sup>3</sup>	3,83	$\frac{1,4}{9,4}$	5	2	Землекоп Машиніст	1 1	Екскатор	1
4-5	Розбирання цегляної кладки I захв.	100 м <sup>2</sup>	61,6	$\frac{87,9}{11,3}$	9	2	Мулярі Машиніст	5 1	Компресор Молоток відбійний	1 1
5-6	Улаштування бетонної підготовки I захв	100 м <sup>3</sup>	0,54	$\frac{12,8}{1,6}$	3	2	Бетоняр Машиніст	3 1	Мостовий кран	1
6-7	Улаштування монолітних лотків і приямків I захв.	100 м <sup>3</sup>	0,67	$\frac{157,6}{12,2}$	13	2	Бетоняр Арматурник Тесляр Машиніст	3 1 2 1	Мостовий кран	1
7-8	Зворотна засипка і ущільнення ґрунту I захв.	100 м <sup>3</sup>	2,76	$\frac{61,7}{1,9}$	8	2	Землекоп Машиніст	4 1	Пневмо-трамбівка	1
8-9	Улаштування бетонних підлог I захв	100 м <sup>2</sup>	2,4	$\frac{30,3}{1,0}$	5	2	Бетоняр Машиніст	3 1	кран	1
9-23	Улаштування сталевго настилу I захв	100 м <sup>2</sup>	2,37	$\frac{280,3}{2,5}$	20	2	Монтажник Машиніст	7 1	кран	1

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3-10	Розбирання підлог II захв.	100 м <sup>2</sup>	4,74	$\frac{96,8}{16,2}$	8	2	Бетоняр	6	Компресор Молоток відбійний	1 1
11-12	Розробка ґрунту II захв.	100 м <sup>3</sup>	3,83	$\frac{1,4}{9,4}$	5	2	Землекоп Машиніст	1 1	Екскаватор	1
13-14	Розбирання цегляної кладки II захв.	100 м <sup>2</sup>	61,6	$\frac{87,9}{11,3}$	9	2	Мулярі Машиніст	5 1	Компресор Молоток відбійний	1 1
15-16	Улаштування бетонної підготовки II захв.	100 м <sup>3</sup>	0,54	$\frac{12,8}{1,6}$	3	2	Бетоняр Машиніст	3 1	Мостовий кран	1
17-18	Улаштування монолітних лотків і приямків II захв.	100 м <sup>3</sup>	0,67	$\frac{157,6}{12,2}$	13	2	Бетоняр Арматурник Тесляр Машиніст	3 1 2 1	Мостовий кран	1
19-20	Зворотна засипка і ущільнення ґрунту II захв.	100 м <sup>3</sup>	2,76	$\frac{61,7}{1,9}$	8	2	Землекоп Машиніст	4 1	Пневмотрамбівка	1
21-22	Облаштування бетонних підлог II захв.	100 м <sup>2</sup>	2,4	$\frac{30,3}{1,0}$	5	2	Бетоняр Машиніст	3 1	Мостовий кран	1
13-30	Облаштування сталевго настилу II захв.	100 м <sup>2</sup>	2,37	$\frac{280,3}{2,5}$	20	2	Монтажник Машиніст	7 1	Мостовий кран	1
10-24	Розбирання підлог III захв.	100 м <sup>2</sup>	4,74	$\frac{96,8}{16,2}$	8	2	Бетоняр	6	Компресор Молоток відбійний	1 1
24-25	Розробка ґрунту III захв.	100 м <sup>3</sup>	3,83	$\frac{1,4}{9,4}$	5	2	Землекоп Машиніст	1 1	Екскаватор	1
25-26	Розбирання цегляної кладки III захв.	100 м <sup>2</sup>	61,6	$\frac{87,9}{11,3}$	9	2	Мулярі Машиніст	5 1	Компресор Молоток відбійний	1 1
26-27	Облаштування бетонної підготовки III захв.	100 м <sup>3</sup>	0,54	$\frac{12,8}{1,6}$	3	2	Бетоняр Машиніст	3 1	кран	1

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
27-28	Улаштування монолітних лотків і прямків III захв.	100 м <sup>3</sup>	0,67	$\frac{157,6}{12,2}$	13	2	Бетоняр Арматурник Тесляр Машиніст	3 1 2 1	кран	1
28-29	Зворотна засипка і ущільнення грунту III захв.	100 м <sup>3</sup>	2,76	$\frac{61,7}{1,9}$	8	2	Землекоп Машиніст	4 1	Пневмотрамбівка	1
29-30	Улаштування бетонних підлог III захв.	100 м <sup>2</sup>	2,4	$\frac{30,3}{1,0}$	5	2	Бетоняр Машиніст	3 1	кран	1
30-31	Улаштування сталевого настилу III захв.	100 м <sup>2</sup>	2,37	$\frac{280,3}{2,5}$	20	2	Монтажник Машиніст	7 1	кран	1
31-32	Здача об'єкту			-	5	1	Головний інженер, ІТР	5	-	-
Всього по об'єкту				2512						

Таблиця 4.3 - Розрахунок сітьового графіка

№ з/п	Коди робіт і-і	Тривалість t, дн.	Кількість N	Ранні строки		Пізні строки		Заг. резерв, R <sub>ij</sub>	Часн резерв В, r <sub>ij</sub>	T <sub>ск</sub>	N <sub>ск</sub>
				t <sub>ij</sub> <sup>PH</sup>	t <sub>ij</sub> <sup>PO</sup>	t <sub>ij</sub> <sup>PH</sup>	t <sub>ij</sub> <sup>PO</sup>				
1	1-2	5	5	0	5	0	5	0	0	0	5
2	2-3	8	6	5	13	5	13	0	0	5	6
3	3-4	5	2	13	18	13	18	0	0	13	8
4	3-10	8	6	13	21	25	33	12	0	18	11
5	4-5	9	5	18	27	18	27	0	0	21	13
6	4-11	0	0	18	18	33	33	15	3	26	11
7	5-6	3	3	27	30	27	30	0	0	27	14
8	5-13	0	0	27	27	38	38	11	0	29	10
9	6-7	13	6	30	43	30	43	0	0	30	13
10	6-15	0	0	30	30	47	47	17	6	34	11
11	7-8	8	4	43	51	43	51	0	0	36	14
12	7-17	0	0	43	43	50	50	7	0	39	11
13	8-9	5	3	51	56	51	56	0	0	43	15
14	8-19	0	0	51	51	63	63	12	5	45	13
15	9-23	20	7	56	76	56	76	0	0	48	10
16	10-11	0	0	21	21	33	33	12	0	51	9
17	10-24	8	6	21	29	45	53	24	0	56	17
18	11-12	5	2	21	26	33	38	12	0	64	16
19	12-13	0	0	26	26	38	38	12	1	69	11
20	12-24	0	0	26	26	53	53	27	3	76	11
21	13-14	9	5	27	36	38	47	11	0	77	10
22	14-15	0	0	36	36	47	47	11	0	82	7
23	14-25	0	0	36	36	58	58	22	0	96	7
24	15-16	3	3	36	39	47	50	11	0	116	5
25	16-17	0	0	39	39	50	50	11	4	121	0
26	16-26	0	0	39	39	67	67	28	6		
27	17-18	13	6	43	56	50	63	7	0		
28	18-19	0	0	56	56	63	63	7	0		
29	18-27	0	0	56	56	70	70	14	0		
30	19-20	8	4	56	64	63	71	7	0		
31	20-21	0	0	64	64	71	71	7	0		
32	20-28	0	0	64	64	83	83	19	5		
33	21-22	5	3	64	69	71	76	7	0		
34	22-23	0	0	69	69	76	76	7	7		
35	22-29	0	0	69	69	91	91	22	8		
36	23-30	20	7	76	96	76	96	0	0		
37	24-25	5	2	29	34	53	58	24	2		
38	25-26	9	5	36	45	58	67	22	0		
39	26-27	3	3	45	48	67	70	22	8		
40	27-28	13	6	56	69	70	83	14	0		
41	28-29	8	4	69	77	83	91	14	0		
42	29-30	5	3	77	82	91	96	14	14		
43	30-31	20	7	96	116	96	116	0	0		
44	31-32	5	5	116	121	116	121	0	0		

## 4.2 Проектування будгенплану

При проектуванні будгенплану вихідними даними було викопування з генплану заводської території. Рельєф місцевості у районі будівництва пологів. Підключення тимчасових комунікацій для потреб реконструкції проводиться до об'єкта, що реконструюється (водопостачання, каналізація, телефонна мережа). Частина тимчасових санітарно-побутових приміщень (туалети, буфет, медпункт) відсутня, т.к. використовуються заводські об'єкти. Проектування стройгенплану починаємо з нанесення ситуаційного плану території, тобто. у необхідному масштабі викреслюємо існуючі будівлі, комунікаційні лінії, автодороги, будівлю, що реконструюється. Потім передбачувану зону будівництва обмежуємо парканом.

Тимчасові дороги (якщо немає можливості використовувати існуючі дороги) проектуємо шириною 6м, з необхідними розширеннями для розвантаження матеріалів на приоб'єктні склади. Відстань від тимчасових доріг до будівлі 8-10 м, до складів 1 м.

Після цього показуємо розташування комунікацій використовуваних під час виконання робіт. Тимчасовий водопровід запроектований від водопостачання цеху. На період реконструкції встановлюється два пожежні гідранти з пожежними щитами. Тимчасові будівлі розташовані згідно з номенклатурою, до них здійснено підведення необхідних комунікацій (водопровід, електроенергія, телефон).

По всьому периметру огороження передбачена повітряна низьковольтна мережа для освітлення території освітлювальними вежами. Від існуючої трансформаторної підстанції, призначеної для обслуговування будівлі, що реконструюється, проведена високовольтна лінія і розташовані розподільні шафи в місцях споживання електроенергії.

Розрахунок тимчасових будівель та споруд на будмайданчику. Відповідно до «Гігієнічних вимог до влаштування та обладнання санітарно -

побутових приміщень для робочих будівельних та будівельно-монтажних організацій» склад санітарно - побутових приміщень при кількості працюючих у найбільш численній зміні від 15 осіб і вище повинен мати вбиральні, умивальні, душові, туалети, приміщення для сушіння спецодягу та взуття.

Частина санітарно-побутових приміщень використовують заводські.

Визначаємо кількість працівників:

$$N_{\text{общ}} = ( N_{\text{раб}} + N_{\text{итр}} + N_{\text{служ}} + N_{\text{моп}} ) * 1,06 \quad (4.1)$$

$$N_{\text{общ}} = (17 + 2 + 1 + 1) * 1,06 = 22 \text{ чел.}$$

Приймаємо, що всі працюючі – чоловіки – 22 особи.

Таблиця 4.4 - Відомість розрахунку тимчасових будівель і споруд

№	Будівля	Розрахункова к-ть робітників, чол.	Норма на 1 працюючого, м <sup>2</sup>	Розрахункова площа, м <sup>2</sup>	Розміри споруди, м.	Корисна площа, м <sup>2</sup>	Шифр будівлі	Тип будівлі	Кількість будівель і споруд
1	Контора	5	4	10	9*2,7	14,5	420-04-38	К	1
2	Диспетчерська	2	7	14	6*2,7	14,5	420-04-38	К	1
3	Вбиральня з душовою(М)	17	0,8	15,6	9*2,7	22	420-01-6	П	1
4	Червоний куточок	22	0,24	11	6*2,7	22	420-04-44	П	1
5	Навіс			19	6*6	36	420-06-32	С	1
6	Ремонтно-механічна майстерня				7,5*2,3	16,8	М-1	П	1

Розрахунок складського господарства на будмайданчику. Для складування основних будівельних матеріалів використати приміщення будівлі, що реконструюється, а також навіс для зберігання металевих конструкцій, арматури.

Таблиця 4.5 - Розрахунок площі складів

Найменування матеріалів і виробів	Тривалість споживання, дн.	Потреба		Коефіцієнти		Запас матеріалів		Розрахунковий запас матеріалів	Площа складу		Фактична площа складу, м <sup>2</sup>	Тип складу
		Загальна	Добова	Надходження матеріалів	Споживання матеріалів	Норма, дн	Розрахунковий, дн		Норма, м <sup>2</sup>	Розрахунковий, м <sup>2</sup>		
	T	P <sub>заг</sub>	P <sub>діб</sub>	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	T <sub>н</sub>	T <sub>р</sub>	P <sub>скл</sub>	q	S <sub>p</sub>	S <sub>ф</sub>	
Металоконструкції посилення	60	33,6 т	0,56 т	1,1	1,3	5	7,2	4,1 т	0,8 т	5,1	10	навіс
Арматура	39	17,95 т	0,46	1,1	1,3	5	7,2	3,3 т	0,6 т	5,52	9	навіс

Розрахунок тимчасового водопостачання. Вода на будмайданчику потрібна для виробничих, господарчо-побутових потреб, а також на випадок гасіння пожежі. Визначимо максимальне водоспоживання будмайданчика.

Загальне максимальне водоспоживання води:

$$Q_{\text{заг}} = 0,5 ( Q_{\text{хоз}} + Q_{\text{пр}} ) + Q_{\text{пож}} \quad (4.2)$$

А) Витрати води на виробничі потреби:

$$Q_{\text{пр}} = \frac{\sum V_{\text{доб}} \cdot q_1 \cdot k_1}{1000 \cdot t} \quad (4.3)$$

Максимальне споживання води на виробничі потреби визначаємо для періоду будівництва, коли одночасно виконуються бетонні роботи, улаштування підготовки під підлогу.

Отже маємо:

$$Q_{\text{пр}} = \frac{5,1 \cdot 400 \cdot 1,5}{1000 \cdot 8} + \frac{48 \cdot 30 \cdot 1,5}{1000 \cdot 8} = 0,65 \text{ м}^3$$

Б) Витрата води на господарсько-побутові потреби:

$$Q_{\text{хоз}} = \sum \frac{N \cdot q_1 \cdot k_2}{1000 \cdot t} = \frac{22 \cdot 25 \cdot 2}{1000 \cdot 8} + \frac{6 \cdot 40 \cdot 1}{1000 \cdot 0,75} = 0,595 \text{ м}^3$$

В) Витрата води на гасіння пожежі:

Витрата води на зовнішнє гасіння пожежі на будмайданчику становить 10 л/с, тобто:

$$Q_{\text{пож}} = 10 \cdot 3600 / 1000 = 36 \text{ м}^3$$

Отже, максимальне споживання на будмайданчику складає:

$$Q_{\text{общ}} = 0,5 ( Q_{\text{пр}} + Q_{\text{хоз}} ) + Q_{\text{пож}} = 0,5 ( 0,65 + 0,595 ) + 36 = 37,245 \text{ м}^3$$

За даними витрат води визначається діаметр труби:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{общ}}}{\pi \cdot v \cdot 3600}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 37,245}{\pi \cdot 1,5 \cdot 3600}} = 0,094 \text{ м} \quad (4.4)$$

Приймаємо діаметр сталеві труби 100 мм.

На території будмайданчика розміщено два пожежні гідранти з відстанями між собою 70-80 м.

Розрахунок необхідної потужності трансформатора. Для організації тимчасового електропостачання будівельного майданчика необхідно:

Виявити споживачів електроенергії на площі;

Встановити необхідну потужність трансформатора;

Вибрати джерело отримання електроенергії;

Запроектувати електромережу.

Потужність трансформатора визначається за такою формулою:

$$P = 1,1 \cdot \left( \sum \frac{P_n \cdot k_1}{\cos \varphi} + \sum \frac{P_{\text{тех}} \cdot k_1}{\cos \varphi} + \sum P_{\text{о.в.}} \cdot k_3 + \sum P_{\text{о.н.}} \cdot k_4 \right) \quad (4.5)$$

де  $P$  - споживана потужність трансформатора, кВА;

1,1 - коефіцієнт враховує втрати потужності в мережі;

$P_n$  - потрібна потужність на виробничі потреби, тобто. силова потужність будівельних машин чи установок, кВА;

$P_{\text{тех}}$  - потрібна потужність на технологічні потреби, кВА;

$\cos \varphi$  - коефіцієнт потужності;

$P_{\text{о.в.}}$  - потрібна потужність, необхідна для внутрішнього освітлення, що визначається за питомою потужністю на  $1 \text{ м}^2$  площі приміщення, кВА;

$P_{\text{о.н.}}$  - потрібна потужність, необхідна для зовнішнього освітлення, що визначається за питомою потужністю на  $1 \text{ м}^2$  площі приміщення, кВА;

$K_1, K_2, K_3, K_4$  - коефіцієнти попиту, залежні від кількості споживачів.

Результати розрахунків зведено до таблиці 4.6.



Таблиця 4.6 - Розрахунок потужності трансформатора

Споживач	Один. виміру	Кількість	Норма на 1 механізм, кВт	Загальні витрати електроенергії, кВт	Коефіцієнт попиту $k$	Коефіцієнт потужності $\cos \varphi$	Потрібна потужність, кВА
<b>А. Виробничі потреби</b>							
Кран	шт	3	40	120	0,35	0,4	105
Зварювальний апарат змінного струму СТЭ-24	шт	2	42	84	0,8	0,4	73,5
Компресор КСЭ-6	шт	2	0,22	0,44	0,1	0,4	0,11
Вібратор глибинний	шт	4	0,8	3,2	0,1	0,4	0,8
<b>Разом по розділу А</b>							179,41
<b>Б. Внутрішнє електроосвітлення</b>							
Побутові приміщення	$100\text{м}^2$	1,46	0,6	0,876	0,8	1	0,7
Контора	$100\text{м}^2$	0,22	1,5	0,33	0,8	1	0,27
Склади	$100\text{м}^2$	0,36	0,3	0,11	0,35	1	0,08
<b>Разом по розділу Б</b>							1,13
<b>В. Зовнішнє електроосвітлення</b>							
Охоронне освітлення	$1000\text{м}^2$	4,5	1	4,5	1	1	4,5
Робоче освітлення	$1000\text{м}^2$	1,2	2,4	2,88	1	1	2,88
<b>Разом по розділу В</b>							7,38
<b>Всього потрібна потужність P1</b>							<b>187,92</b>
<b>Всього потужність P = 1,1 * P1</b>							<b>206,71</b>

Після підрахунку необхідної потужності трансформатора вибираємо необхідну трансформаторну підстанцію, до якої робиться підключення робочих машин і механізмів, освітлення.

Кількість електроенергії, що витрачається на будівельному майданчику, враховують за допомогою електролічильника встановленого в трансформаторній підстанції.

**Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-1  
на загально-будівельні роботи  
Реконструкція**

Основа:  
креслення (специфікації ) №

Кошторисна вартість 10951,820 тис. грн.  
Кошторисна трудомісткість 21,263 тис.люд.-год.  
Кошторисна заробітна плата 1220,150 тис. грн.  
Середній розряд робіт 3,2 розряд

Складений в поточних цінах станом на "5 січня" 2023 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуваням машин	
										тих, що обслуговують машини	
					заробітної плати	в тому числі заробітної плати	в тому числі заробітної плати	на одиницю	всього		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Розділ 1. Розбирання елементів</b>											
1	E46-34-4	Розбирання цегляних стін	м3	184,8	<u>736,80</u> 661,15	<u>75,65</u> 22,60	136161	122181	<u>13980</u> 4176	<u>11,71</u> 1,3915	<u>2164,01</u> 257,15
2	E46-41-1	Розбирання основи під підлогу з бетону на гравії	м3	142,13	<u>860,06</u> 735,08	<u>124,98</u> 37,34	122240	104477	<u>17763</u> 5307	<u>12,7</u> 2,299	<u>1805,05</u> 326,76
3	E46-43-12	Розбирання монолітного покриття підлоги цементної і бетонної товщиною 25 мм /кислото- і жаротривких бетонів/ в будівлях і спорудах з агресивними середовищами	100м2	14,213	<u>2401,81</u> 2234,07	<u>167,74</u> 50,11	34137	31753	<u>2384</u> 712	<u>40,59</u> 3,0855	<u>576,91</u> 43,85
4	PH1-5-2	Розробка ґрунту екскаватором з доробкою вручну, група ґрунту 2	100 м3	11,48	<u>1543,18</u> 264,33	<u>1278,85</u> 342,08	17716	3035	<u>14681</u> 3927	<u>5,34</u> 19,318	<u>61,3</u> 221,77
Разом прями витрати по розділу 1							310254	261446	<u>48808</u> 14122		<u>4607,27</u> 849,53

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. <b>Всього будівельні роботи, грн.</b>					310254 275568 212318 648,59 61679 <b>522572</b>					
		<b>Всього по розділу 1</b>					<b>522572</b>					
		<b>Розділ 2. Улаштування прямих та лотків</b>										
5	E6-11-9	Установлення закладних деталей вагою більше 20 кг	т	13,5	<u>15330,21</u> 1678,52	<u>424,24</u> 95,48	206958	22660	<u>5727</u> 1289	<u>29</u> 4,6911	<u>391,5</u> 63,33	
6	E6-1-1	Улаштування бетонної підготовки	100м3	1,616	<u>76349,27</u> 9689,63	<u>1907,60</u> 520,67	123380	15658	<u>3083</u> 841	<u>195,75</u> 25,4989	<u>316,33</u> 41,21	
7	E6-13-3	Улаштування залізобетонних підпірних стін і стін підвалів висотою до 3 м, товщиною до 300 мм	100м3	1,997	<u>243239,39</u> 72712,02	<u>8203,09</u> 2138,02	485749	145206	<u>16382</u> 4270	<u>1303,55</u> 107,0145	<u>2603,19</u> 213,71	
8	PH2-6-7	Улаштування вертикальної гідроізоляції фундаментів бітумною мастикою	100 м2	18,144	<u>4509,87</u> 2947,83	<u>-</u> -	81827	53485	<u>-</u> -	<u>48,58</u> -	<u>881,44</u> -	
		Разом прями витрати по розділу 2					897914	237009	<u>25192</u> 6400		<u>4192,46</u> 318,25	
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. <b>Всього будівельні роботи, грн.</b>					897914 635713 243409 182608 541,28 51475 <b>1080522</b>					
		<b>Всього по розділу 2</b>					<b>1080522</b>					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		<b>Розділ 3. Підлоги</b>										
9	E1-134-1	Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками, група ґрунтів 1, 2	100м3	8,271	<u>1277,86</u> 997,87	<u>279,99</u> 83,44	10569	8253	<u>2316</u> 690	<u>18,36</u> 5,1175	<u>151,86</u> 42,33	
10	E1-166-2	Засипка вручну траншей, пазух котлованів і ям, група ґрунтів 2	100м3	8,271	<u>7875,34</u> 7875,34	<u>-</u> -	65137	65137	<u>-</u> -	<u>165,24</u> -	<u>1366,7</u> -	
11	EH11-1-1	Ущільнення ґрунту гравієм	100м2	7,212	<u>1240,49</u> 431,39	<u>68,89</u> 18,90	8946	3111	<u>497</u> 136	<u>8,08</u> 1,1053	<u>58,27</u> 7,97	
12	EH11-2-9	Улаштування підстилаючих бетонних шарів	м3	36,1	<u>980,19</u> 303,27	<u>0,81</u> 0,23	35385	10948	<u>29</u> 8	<u>5,58</u> 0,0139	<u>201,44</u> 0,5	
13	EH11-15-1	Улаштування покриттів бетонних товщиною 30 мм	100м2	7,212	<u>5349,92</u> 3139,48	<u>31,21</u> 26,74	38584	22642	<u>225</u> 193	<u>57,04</u> 1,554	<u>411,37</u> 11,21	
14	EH11-15-2	Додавати або виключати на кожні 5 мм зміни товщини бетонних покриттів	100м2	28,848	<u>453,23</u> 90,27	<u>5,35</u> 4,58	13075	2604	<u>154</u> 132	<u>1,64</u> 0,2664	<u>47,31</u> 7,69	
15	E9-39-1	Монтаж знімної металеві підлоги з плит розміром 500х500 сталевих штапованих	100м2	7,1	<u>1169154,</u> 60 40099,26	<u>291,66</u> 50,95	8300998	284705	<u>2071</u> 362	<u>692,8</u> 2,7046	<u>4918,88</u> 19,2	
16	E9-53-2	Монтаж лотків, ґрат, затворів зі штабової і тонколистової сталі	m	26,5	<u>20267,23</u> 4052,34	<u>166,17</u> 19,91	537082	107387	<u>4404</u> 528	<u>74,56</u> 1,1909	<u>1975,84</u> 31,56	
		Разом прямі витрати по розділу 3					9009776	504787	<u>9696</u> 2049		<u>9131,67</u> 120,46	
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. <b>Всього будівельні роботи, грн.</b>					9009776	8495293	506836	338949	853,66	81183
		-----					<b>9348725</b>					
		<b>Всього по розділу 3</b>					<b>9348725</b>					
		Разом прямі витрати по кошторису					10217944	1003242	<u>83696</u> 22571		<u>17931,4</u> 1288,24	
		Разом будівельні роботи, грн.					10217944					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. <b>Всього будівельні роботи, грн.</b>					9131006 1025813 733876 2043,53 194337 <b>10951820</b>				
		----- <b>Всього по кошторису</b>					<b>10951820</b>				
		<b>Кошторисна трудомісткість, люд.год.</b> <b>Кошторисна заробітна плата, грн.</b>					<b>21263</b> <b>1220150</b>				

Склав

\_\_\_\_\_ *[посада, підпис ( ініціали, прізвище )]*

Перевірив

\_\_\_\_\_ *[посада, підпис ( ініціали, прізвище )]*

**Відомість ресурсів до локального кошторису № 2-1-1  
на загальнобудівельні роботи**

№ п/п	Шифр ресурсу	Найменування	Одиниця виміру	Кількість	Поточна ціна за одиницю, грн.	у тому числі:		
						відпускна ціна, грн.	транспортна складова, грн.	Заготівельно-складські витрати, грн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>I. Витрати труда</b>								
1	1	Витрати труда робітників-будівельників	люд.-год.	17931,4	55,95			
2		Середній розряд робіт, що виконуються робітниками-будівельниками	розряд	3,2				
3		Витрати труда робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин	люд.-год.	1288,24	17,52			
4		Середній розряд ланки робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин	розряд	4,3				
5		Витрати труда робітників, заробітна плата яких враховується в складі:						
5.1		загальновиробничих витрат	люд.-год.	2043,53	95,10			
		Разом кошторисна трудомісткість	люд.-год.	21263,17				
		Середній розряд робіт	розряд	3,2				
<b>II. Будівельні машини і механізми</b>								
6	CH201-12	Автомобілі бортові, вантажопідйомність 5 т	маш-год	44,38353	167,42			
7	CH202-128	Крани баштові, вантажопідйомність 5 т	маш-год	82,07714	75,98			
8	CH202-1141	Крани на автомобільному ході, вантажопідйомність 10 т	маш-год	126,07425	128,58			
9	CH203-101	Автовантажувачі, вантажопідйомність 5 т	маш-год	5,45866	80,62			
10	CH203-1080	Підіймачі щоглові будівельні, вантажопідйомність 0,5 т	маш-год	17,02032	22,29			
11	CH204-502	Установка для зварювання ручного дугового [постійного струму]	маш-год	182,038	7,77			
12	CH204-1400	Електричні печі для сушіння зварювальних матеріалів з регулюванням температури у межах 80-500 град.С	маш-год	5,83	9,57			

1	2	3	4	5	6	7	8	9
13	CH205-101	Компресори пересувні з двигуном внутрішнього згоряння, тиск до 686 кПа [7 ат], подача 2,2 м3/хв	маш-год	555,6161	62,92			
14	CH205-102	Компресори пересувні з двигуном внутрішнього згоряння, тиск до 686 кПа [7 ат], подача 5 м3/хв	маш-год	4,54356	72,20			
15	CH206-337	Екскаватори однокеровані дизельні на пневмоколісному ході, місткість ковша 0,25 м3	маш-год	170,5928	86,06			
16	CH215-3101	Котки дорожні самохідні гладкі, маса 5 т	маш-год	0,93756	80,79			
17	CH233-803	Молотки відбійні пневматичні, при роботі від пересувних компресорних станцій	маш-год	1037,6203	1,43			
<b>III. Будівельні машини, враховані в складі загальнопромислових витрат</b>								
18	CH203-404	Лебідки електричні, тягове зусилля до 31,39 кН [3,2 т]	маш-год	385,045				
19	CH204-1100	Термопенали з масою завантажувальних електродів не більше 5 кг	маш-год	74,2				
20	CH211-101	Бадді, місткість 2 м3	маш-год	146,12489				
21	CH233-1100	Трамбівки пневматичні при роботі від компресора	маш-год	152,18091				
22	CH270-50	Вібратори для усіх видів будівництва, крім гідротехнічного	маш-год	146,12489				
23	CH270-106	Апарат для газового зварювання і різання	маш-год	103,35				
24	CH270-116	Вібратори поверхневі	маш-год	62,33768				
<b>IV. Будівельні матеріали, вироби і конструкції</b>								
25	C111-98	Болти із шестигранною головкою оцинковані, діаметр різьби 12-[14] мм	т	0,01166	16133,99	15748,36	69,28	316,35
26	C111-179	Цвяхи будівельні з плоскою головкою 1,6x50 мм	т	0,187678	8853,12	8610,25	69,28	173,59
27	C111-253	Вапно будівельне негашене грудкове, сорт 1	т	0,14778	846,60	737,85	92,15	16,60
28	C111-309	Канати прядив'яні просочені	т	0,00265	47465,68	46472,50	62,48	930,70
29	C111-324	Кисень технічний газоподібний	м3	51,675	2,35	1,16	1,14	0,05
30	C111-595	Мастика бітумно-латексна покрівельна	т	0,0722	2780,74	2633,15	93,07	54,52
31	C111-612	Мастика морозостійка бітумно-масляна МБ-50	т	4,35456	6508,51	6276,76	104,13	127,62
32	C111-797	Катанка гарячекатана у мотках, діаметр 6,3-6,5 мм	т	0,220465	6787,46	6599,93	54,44	133,09
33	C111-1019	Швелери N 40 з гарячекатаного прокату із сталі вуглецевої звичайної якості, марка Ст0	т	0,05141	5976,76	5877,83	54,44	44,49
34	C111-1504	Електроди, діаметр 2 мм, марка Э42	т	0,0106	24460,52	23910,38	70,52	479,62
35	C111-1515	Електроди, діаметр 4 мм, марка Э46	т	0,0371	12613,90	12296,05	70,52	247,33
36	C111-1530	Електроди, діаметр 6 мм, марка Э42А	т	0,105841	13286,31	12955,27	70,52	260,52
37	C111-1757	Рядно	м2	404	18,28	17,89	0,03	0,36
38	C111-1848	Болти будівельні з гайками та шайбами	т	0,32709	19538,53	19086,14	69,28	383,11
39	C112-23	Бруски обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 40-75 мм, I сорт	м3	0,027295	2541,70	2446,32	45,54	49,84

1	2	3	4	5	6	7	8	9
40	C112-25	Бруски обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 40-75 мм, III сорт	м3	0,37943	1647,42	1569,58	45,54	32,30
41	C112-61	Дошки обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 44 мм і більше, III сорт	м3	4,3934	1454,93	1380,86	45,54	28,53
42	C112-70	Дошки необрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, усі ширини, товщина 19,22 мм, IV сорт	м3	0,54	899,57	836,39	45,54	17,64
43	C112-138	Дошки необрізні з хвойних порід, довжина 2-3,75 м, усі ширини, товщина 32, 40 мм, IV сорт	м3	0,0361	725,61	665,84	45,54	14,23
44	C121-784	Металеві вироби	т	530,6	15898,08	15706,65	73,08	118,35
45	C123-514-У	Щити опалубки, ширина 300-750 мм, товщина 25 мм	м2	205,691	118,24	114,87	1,05	2,32
46	C124-13	Гарячекатана арматурна сталь періодичного профілю, клас А-II, діаметр 14 мм	т	20,20964	8006,34	7794,91	54,44	156,99
47	C124-64	Деталі закладні та накладні, виготовлені із застосуванням зварювання, гнуття, свердлення [пробивки] отворів, такі, що поставляються окремо	т	13,5	13180,67	12867,79	54,44	258,44
48	C142-10-2	Вода	м3	42,73697	8,55	8,55	-	-
49	C1113-21	Грунтовка ГФ-021 червоно-коричнева	т	0,008215	15637,68	15214,95	116,11	306,62
50	C1113-156	Розчинник, марка Р-4	т	0,00159	9557,03	9253,53	116,11	187,39
51	C1421-9514	Гравій для будівельних робіт, фракція 40-70 мм, марка ДР12	м3	36,7812	144,77	16,46	125,47	2,84
52	C1421-10634	Пісок природний, рядовий	м3	11,191	141,17	33,94	104,46	2,77
53	C1424-11598	Суміші бетонні готові важкі, клас бетону В7,5 [М100], крупність заповнювача більше 40 мм	м3	203,694	597,65	428,39	157,54	11,72
54	C1424-11608	Суміші бетонні готові важкі, клас бетону В3,5 [М50], крупність заповнювача більше 20 до 40 мм	м3	164,832	589,83	420,72	157,54	11,57
55	C1424-11610	Суміші бетонні готові важкі, клас бетону В7,5 [М100], крупність заповнювача більше 20 до 40 мм	м3	36,822	610,42	440,91	157,54	11,97
56	C1424-11621	Суміші бетонні готові важкі, клас бетону В15 [М200], крупність заповнювача більше 10 до 20 мм	м3	36,7812	701,20	529,91	157,54	13,75
57	C1537-97	Канат подвійного звивання, тип ТК, оцинкований, з дроту марки В, маркірувальна група 1770 Н/мм <sup>2</sup> , діаметр 5,5 мм	10м	0,49555	124,07	119,90	1,74	2,43
58	C1546-66	Пропан-бутан технічний	м3	15,635	10,63	8,71	1,71	0,21
		Енергоносії машин, врахованих в складі загальновиробничих витрат						
59	C1999-9001	Електроенергія	кВт-год	394,2717	0,956	0,956		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
60	C1999-9005	Мастильні матеріали	кг	7,3963	13,00	13,00		

[посада, підпис, ( ініціали, прізвище )]



## **5 ОБҐРУНТУВАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ КОНКУРЕНТОЗДАТНОСТІ ВАРТОСТІ І ТРИВАЛОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТУ РЕКОНСТРУКЦІЇ**

### **5.1 Аналітичний модуль вирішення задач реалізації проєкту реконструкції**

Підвищення ОТН будівельного проєкту можна досягти якщо зменшити величину факторів, які порушують надійність функціонування будівельної системи, або розробити систему надійного функціонування в умовах дії цих факторів.

Проведені дослідження [3, 14-17,25-27, 29-33 ] показали, що для оцінки критеріїв надійності прийняття організаційно-технологічних рішень необхідно використовувати імовірнісні методи, їх створення і застосування повинне базуватися на сітьових моделях, тип опису яких носить детерміновано-стохастичний характер.

Значення показника ОТН в багатьох методах є оцінкою ймовірності виконання проєкту у встановлений термін. Практика показує, що в основу розробки принципів і методів ОТН проєктування повинен бути закладений ймовірнісно-статистичний підхід.

В основі вибору організаційно-технологічних рішень повинні бути умови, що враховують реальну можливість отримання результату із заданою ймовірністю та у встановлений час. При цьому заданий інвестором строк не може перевищувати нормативний. Вибір тривалості зведення об'єктів, освоєння кошторисної вартості в заданий термін, обґрунтування надійності та ризику прийнятих рішень слід розглядати як ітеративний процес і розв'язувати задачу в кілька етапів.

Ці питання більш детально розглядалися в роботах І.Д. Павлова [29-30], Н.О. Данкевич [14- 16,] де детально представлено розроблений алгоритм розіграшу сітьових моделей методом статистичних випробувань.

Проведені дослідження в першому розділі показали, що тривалість і вартість роботи по сітьовому графіку заздалегідь точно не відома і може приймати лише одне з ряду можливих значень. Іншими словами, тривалість і вартість технологічних процесів є випадковими величинами, що характеризуються своїм законом розподілу, тобто своїми числовими характеристиками.

Тривалість і вартість роботи по сітьовому графіку заздалегідь точно не відома і може приймати лише одне значення з безліч варіантів.

На основі основних залежностей теорії ймовірності використовуємо розроблений програмний модуль «Тривалість-Вартість» (рис 5.1)[14].

Розглянемо на прикладі реконструкції цеху використання даного інструментарію. Необхідно змоделювати процес виконання будівельного проекту (розділи 2-4) і встановити найбільш ймовірні його виконання в строк, в рамках бюджету.

В основу топології покладено комплекс робіт, що відображають конструктивні вузли, які виконує підрядна організація. Весь комплекс робіт розподілений на окремі потоки, встановлено технологічну послідовність їх виконання. За прийнятою послідовністю виконання технологічних процесів ведення робіт, сітьова модель розглядається як модель детерміновано імовірнісного типу і для неї визначається статична функція розподілу імовірності значень тривалості і вартості як випадковою величиною.

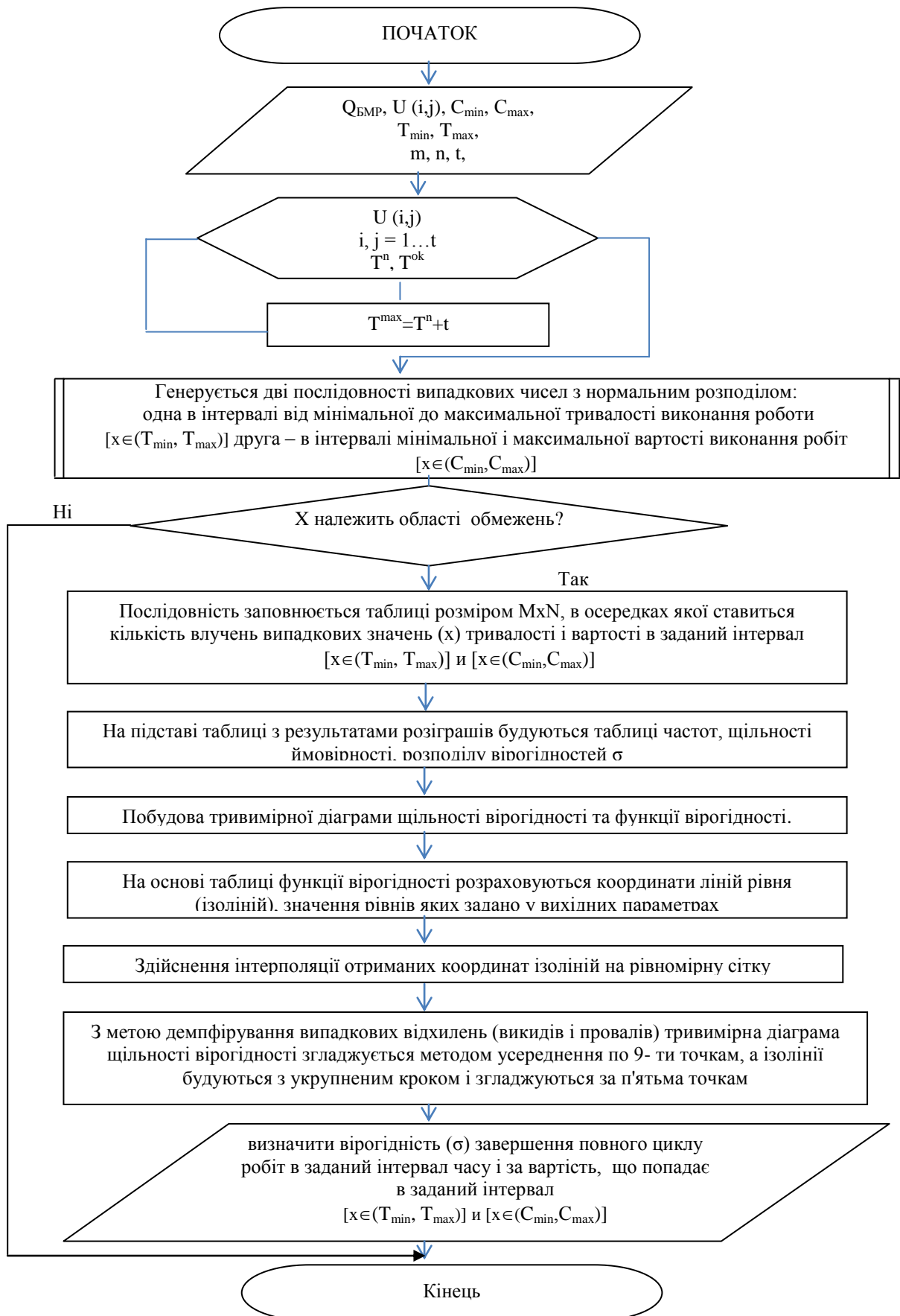


Рисунок 5.1 - Алгоритм програмного модулю з урахуванням залежності вартості та тривалості реалізації проекту





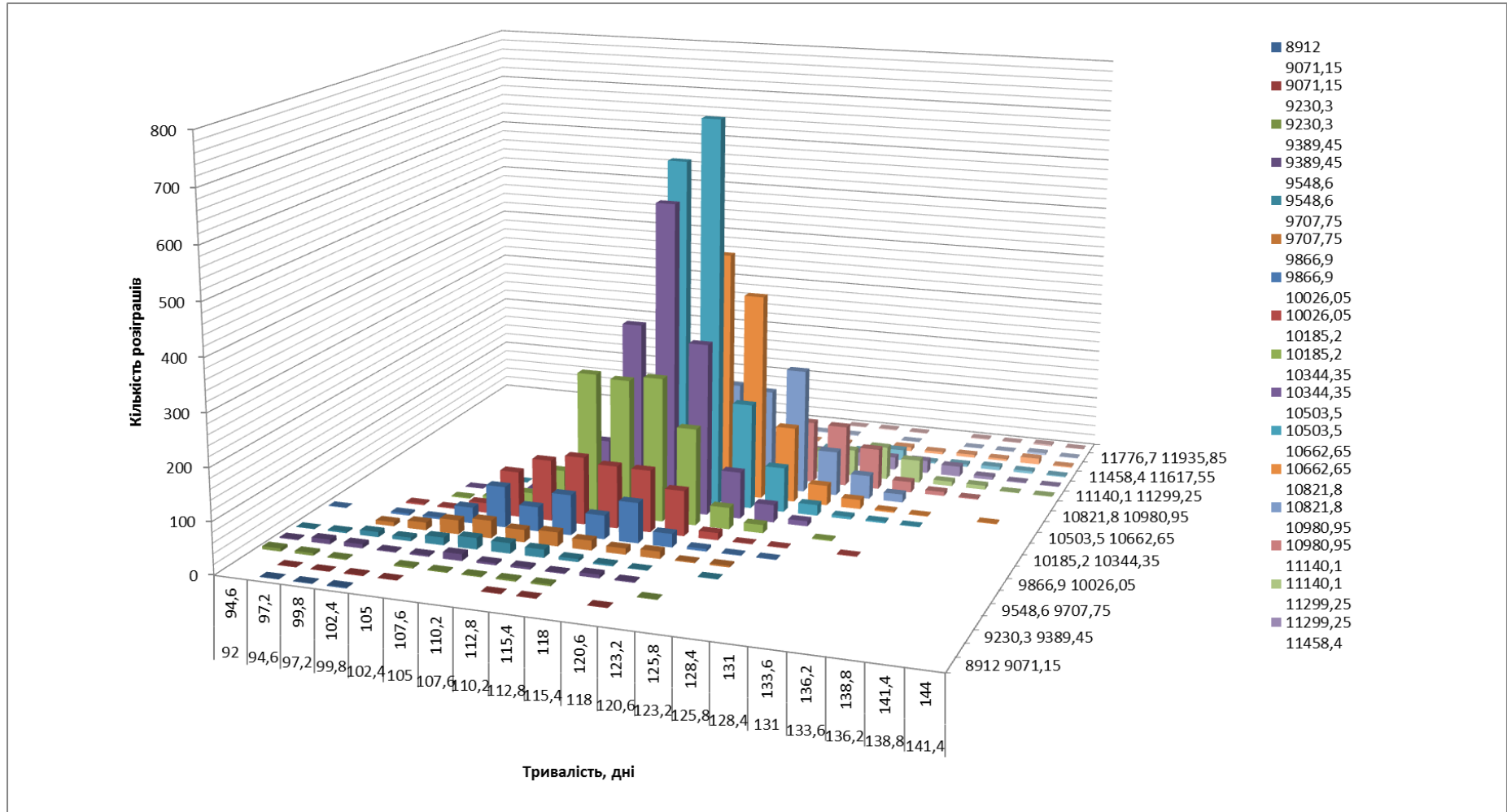


Рисунок 5.2 – Діаграма статистичної функції розподілу ймовірності тривалості та вартості проекту

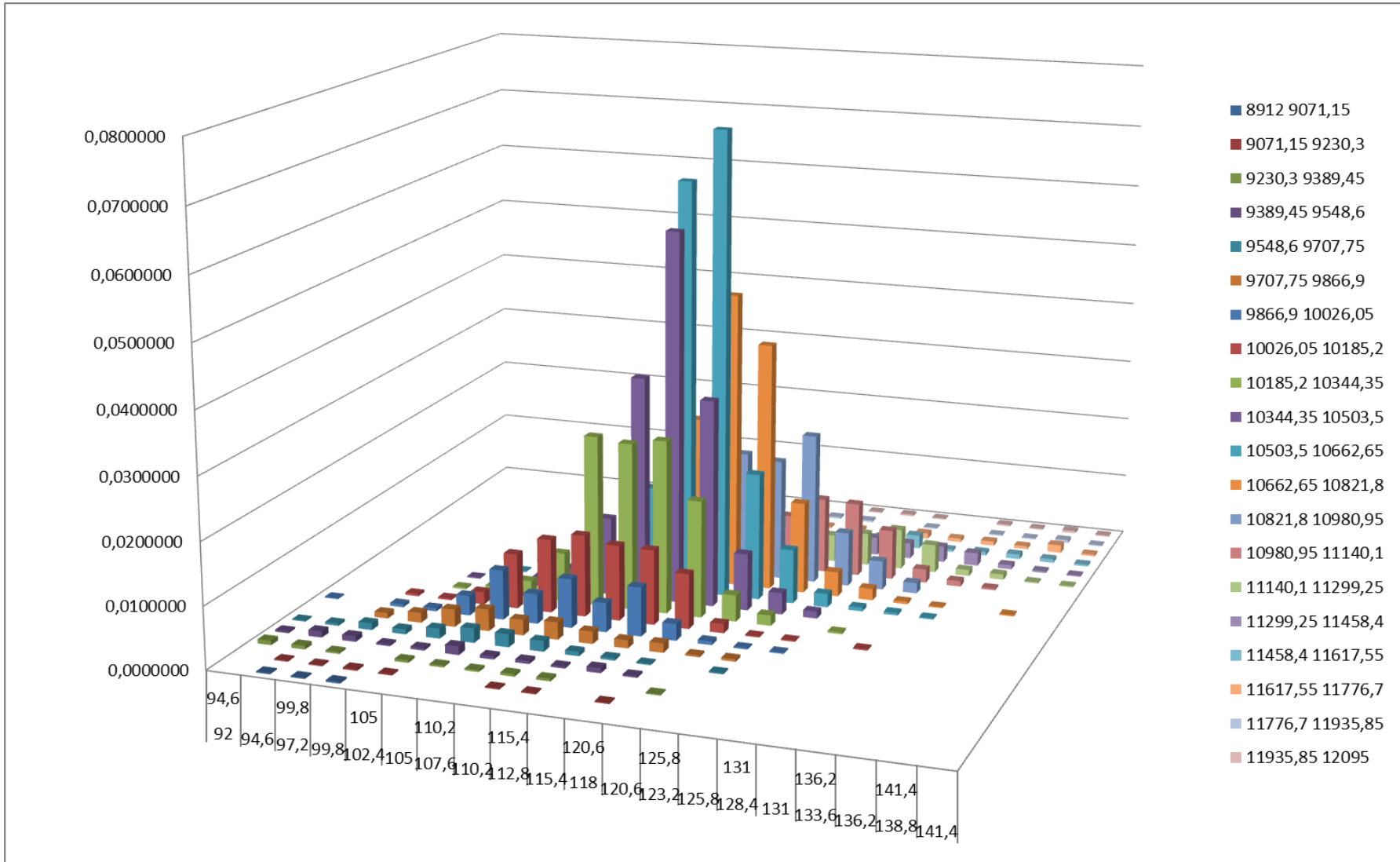


Рисунок 5.3 – Діаграма частот попадання пар випадкових величин в заданий діапазон.

Таблиця 5.3 – Розрахунок функції ймовірності тривалості і вартості проекту.

функція ймовірності			Т р и в а л і с т ь												
			8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
			110,2	112,8	115,4	118	120,6	123,2	125,8	128,4	131	133,6	136,2	138,8	141,4
			112,8	115,4	118	120,6	123,2	125,8	128,4	131	133,6	136,2	138,8	141,4	144
<b>в</b>	1	8912,0	9071,2	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007
	2	9071,2	9230,3	0,0018	0,002	0,002	0,0022	0,0022	0,0022	0,0022	0,0022	0,0022	0,0022	0,0022	0,0022
<b>а</b>	3	9230,3	9389,5	0,0048	0,0054	0,0054	0,0056	0,0058	0,0058	0,0058	0,0058	0,0058	0,0058	0,0058	0,0058
	4	9389,5	9548,6	0,0101	0,011	0,0118	0,0123	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125
<b>р</b>	5	9548,6	9707,8	0,0203	0,0219	0,0231	0,0238	0,024	0,0242	0,0242	0,0242	0,0242	0,0242	0,0242	0,0242
	6	9707,8	9866,9	0,0344	0,038	0,0405	0,0427	0,0432	0,0438	0,0438	0,0438	0,0438	0,0438	0,0438	0,0438
<b>т</b>	7	9866,9	10026,1	0,0595	0,0678	0,0782	0,0831	0,0842	0,085	0,0852	0,0852	0,0852	0,0852	0,0852	0,0852
	8	10026,1	10185,2	0,0962	0,1167	0,1392	0,153	0,1556	0,1566	0,157	0,157	0,1572	0,1572	0,1572	0,1572
<b>і</b>	9	10185,2	10344,4	0,1358	0,1833	0,2338	0,2665	0,2734	0,2761	0,2765	0,2768	0,277	0,277	0,277	0,277
	10	10344,4	10503,5	0,1545	0,2381	0,3485	0,4147	0,4308	0,437	0,4385	0,4388	0,439	0,439	0,439	0,439
<b>с</b>	11	10503,5	10662,7	0,1622	0,2624	0,4395	0,5808	0,6175	0,6325	0,6362	0,6371	0,6377	0,6379	0,6379	0,6379
	12	10662,7	10821,8	0,1658	0,2737	0,4778	0,6669	0,7438	0,7736	0,7813	0,7841	0,7851	0,7855	0,7855	0,7857
<b>т</b>	13	10821,8	10981,0	0,1669	0,2797	0,4977	0,7071	0,8036	0,8578	0,8743	0,8818	0,8845	0,8849	0,8849	0,8851
	14	10981,0	11140,1	0,1675	0,2814	0,505	0,725	0,8303	0,8967	0,9252	0,9408	0,9457	0,947	0,9473	0,9475
<b>ь</b>	15	11140,1	11299,3	0,1677	0,2822	0,5075	0,7333	0,8438	0,9146	0,9484	0,9706	0,9801	0,9824	0,9836	0,984
	16	11299,3	11458,4	0,1679	0,2827	0,5084	0,736	0,8478	0,9211	0,9578	0,9826	0,9947	0,9991	1,001	1,0017
	17	11458,4	11617,6	0,1679	0,2827	0,5087	0,737	0,8495	0,9239	0,9619	0,9889	1,0014	1,0064	1,0091	1,0104
	18	11617,6	11776,7	0,1679	0,2827	0,509	0,7376	0,8504	0,9252	0,9632	0,9911	1,0042	1,0099	1,0131	1,0157
	19	11776,7	11935,9	0,1679	0,2827	0,509	0,7379	0,851	0,9261	0,9641	0,9922	1,0053	1,0112	1,0146	1,0177
	20	11935,9	12095,0	0,1679	0,2827	0,509	0,7379	0,851	0,9263	0,9646	0,9929	1,006	1,0122	1,0158	1,0193



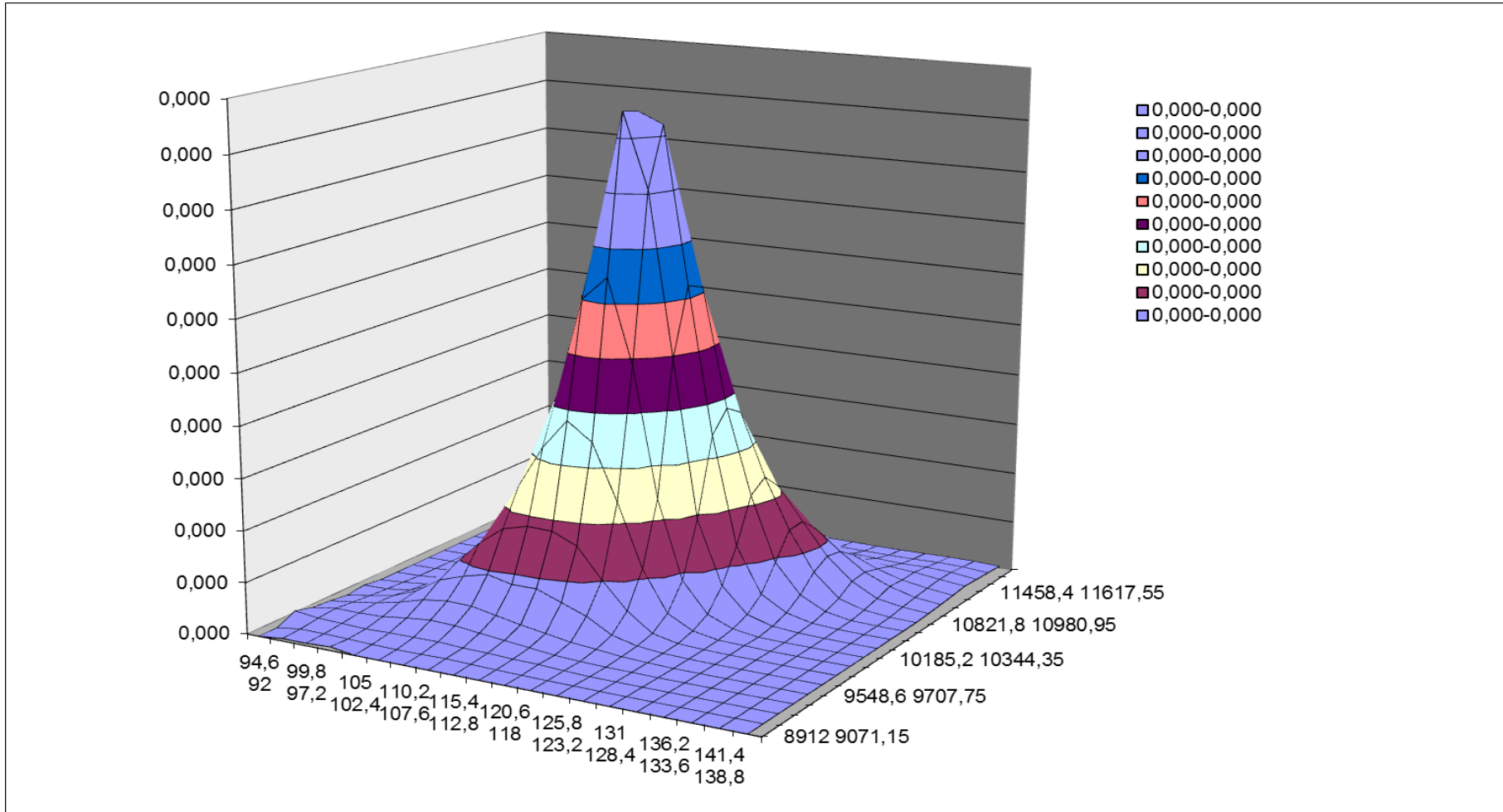


Рисунок 5.4 – Діаграма щільності розподілу двомірної випадкової величини

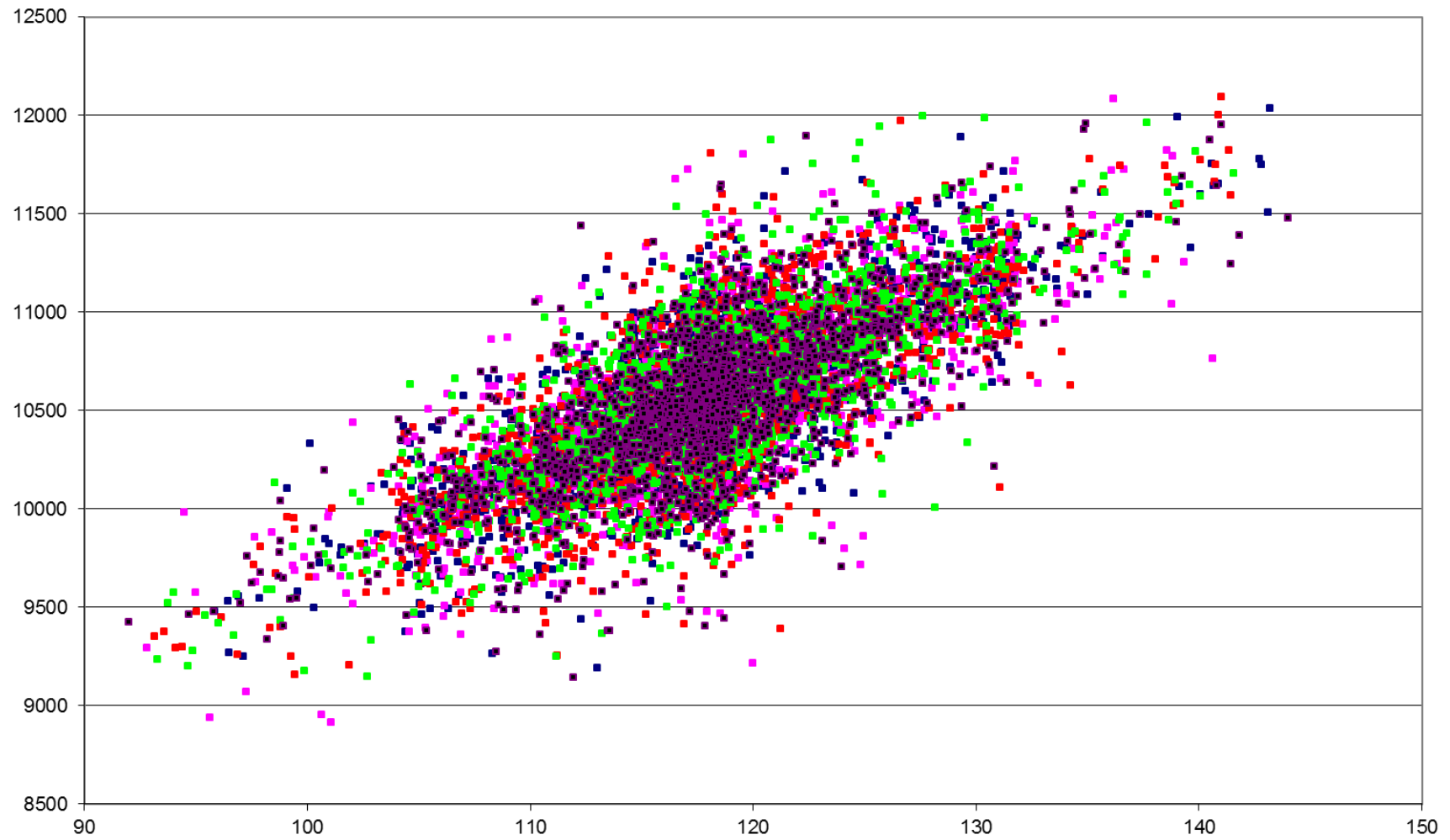


Рисунок 5.5 – Графік ступеню залежності тривалості і вартості проекту

## 5.2 Визначення організаційно-технологічної надійності проекту реконструкції

При аналізі наукових робіт [1,3,4, 14-17,20,25-26,29-33] було зазначено, що організаційно-технологічна надійність (ОТН) це здатність технологічних, організаційних, управлінських, економічних рішень забезпечувати досягнення заданого результату будівельного виробництва в умовах випадкових збурень, властивостей будівництва, як складної ймовірнісної системи. Тому в основу розробки принципу ОТН в першу чергу повинен бути закладений ймовірнісно-статистичний підхід.

Підвищення ОТН може досягатися за рахунок зниженням величини факторів, що впливають на порушення надійності функціонування будівельної організації, або надійно проектувати системи, які функціонують в умовах дії зазначених факторів. Але на практиці, як правило, надійність результату досягається за рахунок пластичності, гнучкості системи, тобто фактично її ненадійності.

Значення показника ОТН є в багатьох методиках оцінки ймовірності виконання проекту в термін [30-35, 104]. При цьому необхідно враховувати специфіку будівельного виробництва.

Експертний аналіз показника ОТН показує, що найбільш раціональними значеннями для ОТН є значення в діапазоні від 0,35 до 0,65 [29-30, 14-16]. Перевищення цих значень, наближення ОТН до одиниці свідчить про так звану надлишкову надійність, перевитраті вкладених у забезпечення надійності прийнятих рішень. Оцінка ОТН дає можливість оцінювати прийняти рішення будівництва об'єктів не тільки з точки зору якості організаційно-технологічних особливостей, але і з точки зору надійності їх досягнення.

Діапазон межі допустимого ризику (МДР), для заданого прикладу, повинна знаходитись в наступному діапазоні ймовірності:

$$0,35 \leq P(T, C) \leq 0,65. \quad (5.1)$$

Тому, якщо тривалість і вартість будівельного проекту буде знаходитись в діапазоні коли ймовірності реалізації  $P(T, C) < 0,35$  небезпека порушити терміни і бюджет проекту настільки велика, що слід переглянути організаційно-технологічні рішення. Якщо ймовірності реалізації  $P(T, C) > 0,65$ , то доцільно переглядати організаційно-технологічні рішення, так як при виконання БМР використовуються надлишкові ресурси.

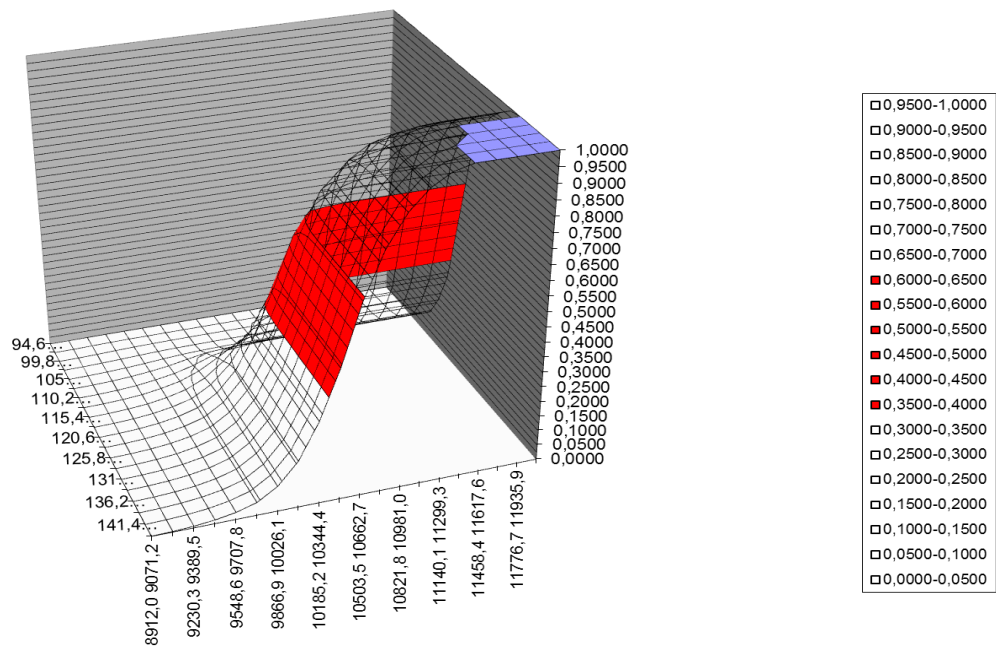


Рисунок 5.6 - Графік статистичної функції розподілу двовимірної випадкової величини (вартості і тривалості)

У нашому прикладі використовуючи програмний модуль «Тривалість-Вартість», видає діапазон тривалості  $T_{\min} = 92$  днів,  $T_{\max} = 144$  днів і ймовірність завершення проекту до кожної дати, а також діапазон кошторисної вартості робіт  $C_{\min} = 8912$  тис грн.,  $C_{\max} = 12095$  тис. грн. і ймовірність завершення проекту до кожної дати. Отже, виходячи з отриманих результатів можна зробити однозначний висновок: задана тривалість виконання проекту замовником  $T_3 = 121$  дня за умови, що кошторисна вартість будівельно-монтажних робіт не перевищує 10951820 грн., може бути виконаний. Ймовірність того, що проект буде виконаний

складає 0,75. Задана тривалість і вартість виконання робіт входить в межу допустимого ризику. А оскільки коефіцієнт кореляції характеризує тісноту зв'язку між змінними величинами тривалості та вартості, то високий рівень даного показника говорить про значну залежність між вказаними величинами про що свідчить показник кореляції 0,75.

При такому варіанті запропонованих організаційно-технологічних рішень будівельного проекту знижується можливість непередбачених ситуацій, ризик не дотримання термінів виконання робіт, ризик подорожчання робіт та інше.

Таким чином, вищенаведений програмний модуль «Тривалість-Вартість» дозволяє з заданим рівнем вагомості визначати ефективність прийняття організаційно-технологічного рішення проекту в умовах трансформації економічних відносин.

Даний приклад наочно показує, що за рахунок застосування даної імітаційної моделі можна визначити найбільш ймовірні варіанти тривалості і вартості проекту, тобто можна суттєво знизити ризик невиконання проекту в заданий термін, в рамках бюджету. Отже, даний будівельний проект реально виконати за 121 день і в межах 10951 тис. тис грн., що гарантує отримання прибутку і мінімізує ризик не виконати проект в заданий термін

## ВИСНОВКИ

Вибір стратегії в реалізації інвестиційних програм вимагає проведення аналізу можливостей замовника і підрядника в оцінці варіантів з точки зору встановлених термінів освоєння і отримання доходів від здачі черг (етапів), оцінки надійності і ризику.

Виконані теоретичні та практичні дослідження і вивчений досвід дають можливість зробити наступні висновки.

1. Аналіз своєчасності виконання робіт у будівництві свідчить, що через негативний вплив на процес виконання будівельно-монтажних робіт великої кількості випадкових факторів, у багатьох випадках, має місце відхилення фактичної тривалості і вартості виконання робіт від запроєктованої величини. Це призводить до несвоєчасного введення об'єктів в експлуатацію і, як наслідок, до зростання собівартості робіт і зниження конкурентоспроможності будівельних організацій.

2. Аналіз методів оцінки організаційно-технологічних рішень проекту показав, що суттєвий вплив організаційних і технологічних факторів на ефективність прийняття управлінських рішень можна розглядати на основі взаємопов'язаних елементів системи організації і технології будівництва. Дані моделі дозволяють об'єктивно оцінювати вплив відхилень, які виникають в процесі виконання технологічних операцій на окремих роботах, їх подальший вплив на інші види робіт, а також на відхилення від заданого (розрахункового) терміну будівництва об'єкта. Забезпечують можливість побудови оптимального (за прийнятим критерієм) або поліпшеного плану реалізації комплексу робіт і можливість управління процесом виконання цього плану за чіткими правилами функціонування, що включає елементи передбачення, адаптації, пошуку найкращого рішення.

3. В управлінні і організації будівельного виробництва основою для вироблення оптимальних рішень може служити мережеве моделювання. Цей

підхід дуже ефективний, оскільки мережеві моделі чітко відображають порядок виконання будівельно-монтажних робіт, а також розподіл ресурсів в часі. Крім того, такі моделі дозволяють формалізувати розрахунки для передачі їх на ЕОМ.

4. Проведені дослідження дозволили коректно застосувати методико-прикладний інструментарій організаційно-технологічної моделі інноваційного типу, що полягає в реалізації поставленої мети з урахуванням залежності «час-вартість», і дає можливість будівельної організації (фірмі) покращити ефективність використання інформаційних, фінансових, матеріальних і трудових ресурсів.

5. Застосування імітаційного моделі «Тривалість-Вартість» дозволяє побудувати імовірнісний розподіл тривалості та вартості, ефективно оцінити надійність прийняття організаційно-технологічних рішень проекту реконструкції у умовах трансформації економічних відносин, та забезпечити з ймовірністю 100% здачу об'єкту будівництва в заданий термін, що суттєво підвищує ймовірність отримання договору підряду будівельною організацією.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 Арутюнян І.А., Данкевич Н.О. Техніко-економічне обґрунтування проектних рішень в будівництві : навч.-метод. посіб. Запоріжжя : ЗДІА, 2018. 131 с.
- 2 Бабич Є.М., Крусь Ю.О. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти : підручник. Рівне : Видавництво РДТУ, 2001. 367 с.
- 3 Гусаков А.А. Организационно–технологическая надежность строительного производства : учеб. пос. Москва.: Стройиздат, 1974 252 с.
- 4 Голенко Д.И. Статистические модели в управлении производством : учеб. пос Москва : Статистика, 1973. 368 с.
- 5 ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. [Чинний від 2019–01–01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018. 42 с.
- 6 ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві: Основні положення. [Чинний від 2012–04–01]. Вид. офіц. Київ : 2012. 94с. (Національні стандарти України).
- 7 ДБН В 1.1-7-2021 Пожежна безпека об'єктів будівництва. [Чинні з 2022-01-09]. Вид. офіц. Київ : 2021. 17с. (Національний стандарт України).
- 8ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівництва. [Чинний від 2016-05-05]. Вид. офіц. Київ, 2016. 51с. (Національний стандарт України).
- 9ДСТУ-Н Б В 2.6-145:2010. Захист бетонних і залізобетонних конструкцій від корозії. Загальні технічні умови. [Чинний від 2010–10–26]. Вид. офіц. Київ, 2010. 52 с. (Національний стандарт України).
- 10 ДСТУ-Н Б В 2.6-206:2015. Настанова з проектування монолітних бетонних і залізобетонних будівель і споруд. [Чинний від 2016–10–01]. Вид. офіц. Київ, 2015. 28 с. (Національний стандарт України).



11 ДСТУ-Н Б В 2.1-28:2013. Настанова щодо проведення земляни робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів. [Чинний від 2014–01–01]. Вид. офіц. Київ, 2013. 98 с. (Національний стандарт України).

12 ДСТУ 3760:2006. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови. [Чинний від 2007–10–01]. Вид. офіц. Київ, 2007. 28с. (Національний стандарт України).

13 ДСТУ Б А.3.1-22:2013 Визначення тривалості будівництва об'єктів. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ, 2014. 30с. (Національний стандарт України).

14 Данкевич Н.О. Імітаційна модель вибору організаційно-технологічних рішень будівельних проектів : дис... канд. тех. наук: 05.23.08 / Київський національний університет будівництва та архітектури. Київ, 2020. 180 с.

15 Данкевич Н.О. Вірогідно-статистичний принцип системотехніки, як інструмент надійності прийняття управлінських рішень // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. Київ, 2020. № 43. С. 67 –73.

16 Данкевич Н.О., Радкевич А.В., Павлов І.Д., Огляд сучасних методів і методик оцінки впливу організаційно-технологічних рішень на будівельне виробництво. // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. Київ, 2018. № 35. С. 3-10.

17 Загородній А.Г., Стадницький Ю.І. Економічне обґрунтування вибору оптимальних технологічних рішень в будівництві : навч. посібник. Львів : Львівська політехніка, 1995. 103 с.

18 Інженерні рішення з охорони праці при розробці дипломних проектів інженерно-будівельних спеціальностей : навч. посіб. Київ : Основа, 2001. 336с.

19 Карапузов Є.К. Соха В.Г., Остапченко Т.Є Матеріали і технології в сучасному будівництві : підручник. Київ: Вища освіта, 2004.416 с.

- 20 Керування проектами та системотехніка в будівництві : навч.-метод. посіб. / за заг.ред. І.Д. Павлова. Запоріжжя : ЗДІА, 2018. 153 с.
- 21 Козик В.В., Гавриляк А.С., Петрушка Т.О. Організація будівництва : підручник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2020. 256 с.
- 22 Кошторисні норми України. Настанова з визначення вартості будівництва. URL: <https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/building/pricing/koshtorysni-normy-ukrayiny/koshtorysni-normy-ukrayiny-z-vyznachennya-vartosti-budivnyctva/> (дата звернення 21.11.2022).
- 23 Кошторисні норми України на будівельні роботи. URL: <https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/building/pricing/koshtorysni-normy-ukrayiny/koshtorysni-normy-ukrayiny-z-vyznachennya-vartosti-budivnyctva/koshtorysni-normy-ukrayiny-na-budivelni-roboty/> (дата звернення 21.11.2022).
- 24 Кошторисні норми України на експлуатацію будівельних машин і механізмів. URL: <https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/building/pricing/koshtorysni-normy-ukrayiny/koshtorysni-normy-ukrayiny-z-vyznachennya-vartosti-budivnyctva/koshtorysni-normy-ukrayiny-na-ekspluatacziiyu-budivelnih-mashyn-ta-mehanizmiiv/> (дата звернення 21.11.2022).
- 25 Млодецький В.Р., Ценацевич Т.О. Обґрунтування раціонального рівня організаційно-технологічної надійності у будівельних проектах. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2015. № 9. С. 47-54.
- 26 Млодецький В.Р., Загуменова А.В., Моршкіна Н.Ю. Концепція надійності в організації будівельного виробництва. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2014. № 4. С. 19-24.
- 27 Наукові основи розвитку будівельної галузі України : монографія / В. А. Банах, І. Д. Павлов, А. В. Радкевич та ін. ; ред. І. А. Арутюнян. Запоріжжя : ЗДІА, 2017. 460 с.
- 28 Організація будівництва : підручник / за ред. С.А. Ушацького. Київ : Кондор, 2007. 521 с.

29 Павлов І.Д., Терех М.Д., Полтавець М.О. Оптимізація управлінських рішень в будівництві : навч.-метод. посіб. Запоріжжя : ЗДІА, 2016. 73 с.

30 Павлов І.Д., Радкевич А.В. Оптимальні моделі організації будівельного виробництва : навч. посібник. Запоріжжя : ЗДІА, 2003. 170 с.

31 Поколенко В. О. Втілення інноваційної моделі управління інвестиціями в структурі інвестиційно-будівельної корпорації. / В. О.Поколенко, А. В. Безуха, А. В. Шпаков // Будівельні матеріали та вироби. 2003. № 3. С. 13–19.

32 Поколенко В. О. Проблеми впровадження та економічної діагностики інновацій в будівельному комплексі України. / В. О. Поколенко, А. В. Шпаков, С. В.Федоренко // Будівництво України. 2003. № 2. С. 23–26.

33 Павлов І.Д., Павлов Ф.І., Каплуновська М.О. Селекціонна оптимізація управлінських рішень у будівництві : монографія. Запоріжжя : ЗДІА, 2013. 211 с.

34 Реконструкція промислових будівель і споруд: на що краще звернути увагу. URL: <https://www.promstan.com.ua/ua/articles/rekonstrukciya-promyshlennyh-zdaniy> (дата звернення 11.10.2022).

35 Реконструкції будівель і споруд: організація роботи, розрахунок кошторису та особливості. URL: <https://dailyday.com.ua/mix/rekonstruksiji-budivel-i-sporud-organizatsiya-roboti-rozrakhunok-koshtorisu-ta-osoblivosti.html>. (дата звернення 11.10.2022).

36 Сучасні технології в будівництві : підручник / за. ред. О.І. Меньлюка. Київ : Освіта України, 2011. 534 с.

37 Теліченко О.І., Нагорний М.В.Зведення і монтаж будівель та споруд : навч. посіб. Суми : Видавництво Сумський національний аграрний університет, 2020. 197 с.

38 Якіменко О.В. Технологія будівельного виробництва : навч. посіб. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. 410 с.