МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО- НАУКОВИЙ ІСТИТУТ ім. Ю.М. ПОТЕБНІ

Кафедра Промислове та цивільне будівництво
(повна назва)

Кваліфікаційна робота

рівень вищої освіти Магістр
(рівень вищої освіти)

на тему: Застосування сітьової моделі у зв'язку з оптимізацією організаційних процесів будівельно-монтажних робіт на будівництво цивільного об'єкту

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1923-пцб
БУРЛАЙ ТАРАС ГРИГОРОВИЧ .
(прізвище та ініціали) (підпис)

спеціальность
192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

освітньо-професійна програма
Промислове і цивільне будівництво
(шифр і назва)

Керівник д.т.н., проф. Арутюнян І.А. .
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент_____
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя – 20____ року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. Ю.М. ПОТЕБНІ

Кафедра Промислового та цивільного будівництва
Рівень вищої освіти магістерський
Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(код та назва)
Освітня програма «Промислове і цивільне будівництво»
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри _____
«___» _____ 20___ року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

БУРЛАЙ ТАРАС ГРИГОРОВИЧ
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Застосування сітьової моделі у зв'язку з оптимізацією організаційних процесів будівельно-монтажних робіт на будівництво цивільного об'єкту
керівник роботи Арутюнян Ірина Андріївна, д.т.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом ЗНУ від «30» 05 2024 року
№ 1486-С
2 Строк подання студентом роботи листопад 2024

3 Вихідні дані до роботи нормативно-технічна документація, вихідні дані стосовно будівництва 5-ти поверхової житлової будівлі

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз сучасних підходів до управління будівельними проектами. 2. Дослідження сітьової моделі як інструменту оптимізації. 3. Реалізація методів організаційно-економічної оцінки ефективності проектів на базі застосуванням сітьової моделі.

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 8 листів

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Арутюнян І.А		
Розділ 2	Арутюнян І.А		
Розділ 3	Арутюнян І.А		

7 Дата видачі завдання_____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Приме
1	Аналіз сучасних підходів до управління будівельними проектами. 2	з 01.09.2024 по 30.09.2024	
2	Дослідження сітьової моделі як інструменту оптимізації.	з 01.10.2024 по 30.12.2024	
3	Реалізація методів організаційно-економічної оцінки ефективності проектів на базі застосуванням сітьової моделі	з 01.11.2024 по 31.11.2024	

Студент _____ Т.Г.. Бурлай
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту) _____ І.А. Арутюнян
(підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ Данкевич Н.О.
(підпис) (ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Бурлай Т.Г. Застосування сітьової моделі у зв’язку з оптимізацією організаційних процесів будівельно-монтажних робіт на будівництво цивільного об’єкту.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія. Науковий керівник І.А. Арутюнян, Інженерний навчально-науковий інститут Запорізького національного університету.

Сучасні будівельні проекти стають все більш складними, включаючи численні етапи, залучення різноманітних підрядників, використання сучасних технологій та матеріалів. Це підвищує вимоги до управління проектами, зокрема до оптимізації організаційних процесів. Неефективне управління може призвести до значних затримок, перевищення бюджету та зниження якості виконання роб. Оптимізація організаційних процесів дозволяє зменшити витрати, скоротити строки виконання робіт та підвищити якість будівельних об'єктів. В сучасних умовах це є надзвичайно важливим, оскільки конкуренція на ринку будівельних послуг зростає, а замовники стають все більш вимогливими

Сітьова модель є одним з найефективніших інструментів для управління будівельними проектами. Вона дозволяє візуалізувати всі етапи проекту, визначити критичний шлях, який впливає на строки виконання робіт, а також виявити можливі ризики та вузькі місця. Використання сітьової моделі допомагає забезпечити більш точне планування та контроль за виконанням проекту, що, в свою чергу, сприяє оптимізації організаційних процесів.

Ключові слова: організаційні процеси, аналіз, проблеми, будівельне виробництво, моделі, вдосконалення.

ANNOTATION

Burlay T.G. The Application of the Network Model in Connection with the Optimization of the Organizational Processes of Construction and Assembly Works of a Civil Facility.

Qualifying final work for the receipt of degree of higher education of master's degree after speciality 192 is Building and civil engineering.

Scientific leader I.A. Arutiunian, Engineering Educational and Scientific Institute of the Zaporizhzhya national university, 2024.

Modern construction projects are becoming more and more complex, including numerous stages, the involvement of various contractors, and the use of modern technologies and materials. This increases the requirements for project management, in particular for the optimization of organizational processes. Ineffective management can lead to significant delays, budget overruns, and reduced quality of work. Optimization of organizational processes allows you to reduce costs, reduce the time of work and improve the quality of construction projects. In modern conditions, this is extremely important, since competition in the construction services market is growing, and customers are becoming more and more demanding

A network model is one of the most effective tools for managing construction projects. It allows you to visualize all stages of the project, determine the critical path that affects the timing of work, as well as identify possible risks and bottlenecks. The use of a network model helps to ensure more accurate planning and control over the implementation of the project, which, in turn, contributes to the optimization of organizational processes.

Keywords: organizational processes, analysis, problems, building production, models, perfections.

ЗМІСТ

	ВСТУП……..	7
1	АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО УПРАВЛІННЯ БУДІВЕЛЬНИМИ ПРОЕКТАМИ…….	11
1.1	Огляд традиційних методів організації будівельних процесів……..……..…….	11
1.2	Виявлення основних проблем та недоліків традиційних підходів в організації будівельних процесів….....	17
2	ДОСЛІДЖЕННЯ СІТЬОВОЇ МОДЕЛІ ЯК ІНСТРУМЕНТУ ОПТИМІЗАЦІЇ…….	20
2.1	Вивчення теоретичних основ сітьової моделі……	20
2.2	Визначення основних принципів побудови та застосування сітьових моделей…….	24
3	РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДІВ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНОЇ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТІВ НА БАЗІ ЗАСТОСУВАННЯМ СІТЬОВОЇ МОДЕЛІ …..……	37
3.1	Розрахунок організаційних процесів при будівництві 5-ти поверхової житлової будівлі на базі використання детермінованої сітьової моделі (графіку).....…..…….	37
3.2	Мережевий графік будівництва об'єкта. Послідовність розробки мережевого графіка ……	49
3.3	Проєктування будгенплану об'єкта……	61
	Висновки……	73
	Список використаних джерел……	75

ВСТУП

Будівельна галузь є однією з найважливіших складових економіки будь-якої країни. Вона забезпечує створення інфраструктури, житлових та промислових об'єктів, які є необхідними для нормального функціонування суспільства. Однак, будівельні процеси, як правило, є дуже складними і багатокомпонентними, що потребує високого рівня організації та координації.

Сучасні будівельні проекти стають все більш складними, включаючи численні етапи, залучення різноманітних підрядників, використання сучасних технологій та матеріалів. Це підвищує вимоги до управління проектами, зокрема до оптимізації організаційних процесів. Неефективне управління може призвести до значних затримок, перевищення бюджету та зниження якості виконання робіт.

Оптимізація організаційних процесів дозволяє зменшити витрати, скоротити строки виконання робіт та підвищити якість будівельних об'єктів. В сучасних умовах це є надзвичайно важливим, оскільки конкуренція на ринку будівельних послуг зростає, а замовники стають все більш вимогливими.

Сітьова модель є одним з найефективніших інструментів для управління будівельними проектами. Вона дозволяє візуалізувати всі етапи проекту, визначити критичний шлях, який впливає на строки виконання робіт, а також виявити можливі ризики та вузькі місця. Використання сітьової моделі допомагає забезпечити більш точне планування та контроль за виконанням проекту, що, в свою чергу, сприяє оптимізації організаційних процесів.

Традиційні підходи до управління будівельними проектами часто не враховують всіх аспектів взаємодії між різними етапами та учасниками процесу. Це може призводити до розривів у комунікації, дублювання зусиль, втрати часу та ресурсів. В результаті, будівельні проекти часто виходять за межі бюджету та планових строків.

Застосування сітьової моделі дозволяє більш чітко визначити послідовність робіт, їхню тривалість та взаємозв'язки. Це забезпечує кращу

координацію між різними учасниками проекту, дозволяє вчасно виявляти та вирішувати проблеми, зменшувати ризики та оптимізувати використання ресурсів.

Використання сітьової моделі дозволяє більш точно оцінювати строки виконання робіт та їхню вартість. Це, в свою чергу, сприяє зменшенню ризиків перевищення бюджету та строків. Оптимізоване управління проектом дозволяє ефективніше використовувати наявні ресурси, зменшувати простої та підвищувати продуктивність праці.

Завдяки кращій організації та координації будівельних процесів, досягається підвищення якості виконання робіт. Це особливо важливо при будівництві цивільних об'єктів, де якість має вирішальне значення для безпеки та довговічності будівель.

Сучасні інформаційні технології надають широкі можливості для використання сітьових моделей у будівництві. Спеціалізоване програмне забезпечення дозволяє автоматизувати процеси планування, контролю та аналізу, що значно спрощує роботу менеджерів проектів та підвищує ефективність управління.

Автоматизація процесів за допомогою сітьових моделей дозволяє зменшити кількість помилок, пов'язаних з людським фактором, покращити точність та швидкість прийняття рішень, забезпечити більш ефективне використання даних для аналізу та прогнозування. Це особливо важливо в умовах великомасштабних проектів, де кількість даних є надзвичайно великою.

На практиці, впровадження сітьових моделей вже показало свою ефективність на багатьох будівельних проектах. Наприклад, при будівництві великих інфраструктурних об'єктів, таких як мости, тунелі, аеропорти, використання сітьових моделей дозволило значно скоротити строки виконання робіт та зменшити витрати.

Враховуючи вище зазначене, можна стверджувати, що застосування сітьової моделі є надзвичайно актуальним у зв'язку з оптимізацією організаційних процесів будівельно-монтажних робіт на будівництво цивільних

об'єктів. Це дозволяє забезпечити ефективне управління проектами, зменшити ризики, підвищити якість та продуктивність, що в кінцевому результаті сприяє успішному виконанню будівельних проектів.

Подальші дослідження у цій сфері можуть бути спрямовані на розробку нових методів та підходів до використання сітьових моделей, а також на інтеграцію їх з іншими сучасними технологіями, такими як штучний інтелект, машинне навчання та великі дані. Це дозволить ще більше підвищити ефективність управління будівельними проектами та сприятиме розвитку будівельної галузі в цілому.

Мета. Метою даного дослідження є вивчення та аналіз застосування сітьової моделі для оптимізації організаційних процесів будівельно-монтажних робіт при будівництві цивільних об'єктів. Це включає визначення основних переваг і недоліків використання сітьової моделі, а також оцінку її впливу на строки виконання робіт, бюджет та якість будівництва. Окремо розглядаються технологічні аспекти впровадження сітьової моделі та її автоматизація. У результаті дослідження планується надання рекомендацій щодо ефективного застосування сітьової моделі у будівельній галузі..

Основні завдання:

– аналіз наукових джерел з метою виявлення основ для використання мережевої моделі з метою підвищення ефективності організаційних процесів у будівництві цивільних будівель;

– вивчення науково-практичних проблем розвитку організацій у будівельній сфері;

– визначення методологічної та аналітичної основи для організації будівництва цивільних будівель;

– покращення організаційних процесів у будівництві через застосування мережевої моделі.

Об'єктом дослідження є процеси організації будівельного виробництва.

Предмет дослідження є методи та моделі організаційних процесів будівельного виробництва при будівництві цивільних будівель.

Наукова новизна

Сітьові моделі можуть суттєво вплинути на розвиток будівельної галузі, забезпечуючи більш раціональне використання ресурсів, скорочення строків виконання робіт та підвищення якості будівництва.

Практичне значення

На основі проведених досліджень сформульовано практичні рекомендації для будівельних компаній щодо впровадження та ефективного використання сітьових моделей, що сприятиме підвищенню конкурентоспроможності та ефективності їхньої діяльност. Застосування сітьової моделі дозволяє оптимізувати організаційні процеси будівельно-монтажних робіт на будівництво житлової будівлі.

Апробація

Тематика даного дослідження була розроблена на кафедрі промислового та цивільного будівництва Запорізького національного університету.

Дана робота брала участь в науково-технічної конференції студентів, магістрантів, аспірантів і викладачів Запорізького національного університ.

Ключові слова: організаційні процеси, аналіз, проблеми, будівельне виробництво, моделі, вдосконалення.

1. АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО УПРАВЛІННЯ БУДІВЕЛЬНИМИ ПРОЕКТАМИ

1.1 Огляд традиційних методів організації будівельних процесів

Будівельна галузь є одним з найважливіших секторів економіки будь-якої країни. Вона забезпечує створення інфраструктури, житлових та промислових об'єктів, які необхідні для функціонування суспільства. Організація будівельних процесів є надзвичайно важливим елементом у досягненні успішного виконання будівельних проектів. У цій статті ми розглянемо традиційні методи організації будівельних процесів, їх переваги та недоліки, а також вплив на загальну ефективність будівництва.

Організація будівельних процесів включає планування, координацію та контроль усіх аспектів будівництва, від початкового етапу проектування до завершення будівельних робіт та введення об'єкта в експлуатацію. Основною метою є забезпечення ефективного використання ресурсів, дотримання строків виконання робіт та досягнення високої якості будівництва.

Етапне планування є одним з найпоширеніших традиційних методів організації будівельних процесів. Цей підхід передбачає розподіл будівельного проекту на окремі етапи або фази, кожна з яких має свої завдання, строки виконання та ресурси. Етапи можуть включати проектування, підготовку майданчика, будівельні роботи, оздоблювальні роботи та введення в експлуатацію.

Переваги етапного планування:

Чітка структура: Кожен етап має чітко визначені завдання та строки виконання, що полегшує контроль за прогресом робіт.

Послідовність: Розподіл робіт на етапи забезпечує логічну послідовність виконання завдань, що сприяє більш ефективній координації.

Прогнозованість: Етапне планування дозволяє більш точно прогнозувати строки та витрати на кожен етап.

Недоліки етапного планування:

Обмежена гнучкість: У випадку виникнення непередбачуваних обставин, зміни в одному етапі можуть негативно вплинути на весь проект.

Складність управління: Координація великої кількості етапів може бути складною та вимагати значних управлінських ресурсів.

Календарне планування є ще одним традиційним методом організації будівельних процесів. Цей підхід передбачає створення детального календарного графіка, який включає всі етапи та завдання будівельного проекту з зазначенням точних строків їх виконання. Календарне планування дозволяє більш ефективно розподіляти ресурси та забезпечує контроль за дотриманням строків.

Переваги календарного планування:

Точність: Календарний графік дозволяє точно визначити строки виконання кожного завдання та контролювати їх дотримання.

Ресурсне планування: Завдяки календарному плануванню можна більш ефективно розподіляти ресурси, що зменшує ризик простоїв та перевитрат.

Контроль за виконанням: Календарний графік полегшує контроль за прогресом робіт та дозволяє своєчасно виявляти відхилення від плану.

Недоліки календарного планування:

Висока деталізація: Створення детального календарного графіка може вимагати значних зусиль та часу.

Залежність від точності: Неправильні або неточні дані можуть призвести до помилок у плануванні та управлінні проектом.

Обмежена гнучкість: Як і у випадку з етапним плануванням, зміни в одному завданні можуть вплинути на весь проект.

Метод критичного шляху (Critical Path Method, CPM) є одним з найефективніших традиційних методів організації будівельних процесів. Цей підхід передбачає визначення критичного шляху – послідовності завдань, яка

визначає загальний строк виконання проекту. Задачі, що входять до критичного шляху, мають нульовий резерв часу, тобто будь-яка затримка в їх виконанні призведе до затримки всього проекту.

Переваги методу критичного шляху:

Визначення критичних завдань: Метод дозволяє виявити найважливіші завдання, що впливають на строки виконання проекту.

Фокусування ресурсів: Знаючи критичний шлях, можна зосередити ресурси на виконанні ключових завдань, що зменшує ризик затримок.

Планування та контроль: Метод критичного шляху забезпечує точне планування та контроль за виконанням проекту.

Недоліки методу критичного шляху:

Складність: Визначення критичного шляху може бути складним завданням, особливо для великих та складних проектів.

Залежність від точності: Метод вимагає точних даних про тривалість кожного завдання, що може бути важко забезпечити.

Обмежена гнучкість: Зміни в одному критичному завданні можуть значно вплинути на весь проект.

Графік Ганта є одним з найпоширеніших інструментів для візуалізації планування та контролю будівельних проектів. Цей підхід передбачає створення горизонтальної діаграми, де кожне завдання представлено у вигляді горизонтальної смуги, розташованої вздовж осі часу. Графік Ганта дозволяє легко відслідковувати строки виконання завдань та їх взаємозв'язки.

Переваги графіка Ганта:

Візуалізація: Графік Ганта забезпечує наочне представлення плану проекту, що полегшує розуміння та контроль за виконанням завдань.

Простота: Створення та використання графіка Ганта не вимагає спеціальних знань та навичок.

Гнучкість: Графік Ганта дозволяє легко вносити зміни та коригування у план проекту.

Недоліки графіка Ганта:

Обмежені можливості: Графік Ганта не завжди дозволяє врахувати всі взаємозв'язки та залежності між завданнями.

Великий обсяг інформації: Для великих проектів графік Ганта може бути перевантаженим та важким для сприйняття.

Залежність від точності: Як і у випадку з іншими методами, неточні дані можуть призвести до помилок у плануванні та управлінні проектом.

Організаційні структури управління будівельними проектами

Організаційні структури управління відіграють важливу роль у забезпеченні ефективної реалізації будівельних проектів. Традиційні підходи включають різні типи організаційних структур, такі як функціональна, проектна та матрична.

Функціональна структура передбачає розподіл працівників за функціональними підрозділами (наприклад, відділ проектування, відділ закупівель, відділ будівельних робіт). Кожен підрозділ виконує певні завдання у рамках проекту.

Переваги функціональної структури:

Спеціалізація: Працівники виконують завдання, що відповідають їхній кваліфікації та досвіду.

Чітка ієрархія: Кожен підрозділ має чітко визначені обов'язки та підпорядкування.

Недоліки функціональної структури:

Обмежена координація: Взаємодія між підрозділами може бути складною, що призводить до затримок та непорозумінь.

Ризик дублювання: Деякі завдання можуть дублюватися у різних підрозділах, що призводить до неефективного використання ресурсів.

Проектна структура передбачає створення спеціальних проектних команд, які відповідають за виконання конкретних будівельних проектів. Кожна команда включає працівників з різних функціональних підрозділів, що забезпечує комплексний підхід до реалізації проекту.

Переваги проектної структури:

Гнучкість: Проектні команди можуть швидко адаптуватися до змін та нових вимог.

Координація: Взаємодія між учасниками проекту полегшується, що сприяє ефективнішій координації.

Недоліки проектної структури:

Висока вартість: Створення окремих проектних команд може вимагати значних ресурсів.

Ризик конфліктів: Можливі конфлікти між учасниками проекту через різні підходи та пріоритети.

Матрична структура поєднує елементи функціональної та проектної структур, передбачаючи подвійне підпорядкування працівників – як функціональним керівникам, так і керівникам проектів. Це дозволяє забезпечити баланс між спеціалізацією та координацією.

Переваги матричної структури:

Баланс: Поєднання функціональної та проектної структур забезпечує баланс між спеціалізацією та координацією.

Ефективність: Матрична структура дозволяє більш ефективно використовувати ресурси та забезпечувати комплексний підхід до реалізації проектів.

Складність управління: Подвійне підпорядкування може призводити до складнощів у управлінні та конфліктів між керівниками.

Висока вимога до комунікації: Успішне функціонування матричної структури вимагає високого рівня комунікації та взаємодії між учасниками.

Оцінка ефективності традиційних методів організації будівельних процесів є важливим аспектом у забезпеченні успішної реалізації будівельних проектів. Важливо враховувати як переваги, так і недоліки кожного методу, а також їхній вплив на строки, вартість та якість виконання робіт.

Традиційні методи організації будівельних процесів мають ряд переваг, що забезпечують їхню популярність та широке використання:

Перевіреність: Традиційні методи базуються на багаторічному досвіді та практиці, що робить їх надійними та передбачуваними.

Системність: Вони забезпечують чітку структуру та послідовність виконання робіт, що сприяє ефективному управлінню проектами.

Доступність: Використання традиційних методів не вимагає складних технологій або спеціального програмного забезпечення, що робить їх доступними для більшості будівельних компаній.

Однак традиційні методи організації будівельних процесів мають і свої недоліки, які можуть впливати на загальну ефективність будівництва:

Обмежена гнучкість: Традиційні методи часто не дозволяють швидко реагувати на зміни та непередбачувані обставини, що може призводити до затримок та перевитрат.

Складність координації: Взаємодія між різними учасниками проекту може бути ускладненою, що призводить до неефективного використання ресурсів та комунікаційних проблем.

Ризик перевантаження: Використання традиційних методів може призводити до перевантаження управлінських команд, особливо у великих та складних проектах.

Традиційні методи організації будівельних процесів, такі як етапне та календарне планування, метод критичного шляху, графік Ганта, а також різні організаційні структури управління проектами, мають свої переваги та недоліки. Вони забезпечують перевірені та системні підходи до управління будівельними проектами, однак мають обмежену гнучкість та можуть бути складними у координації.

З урахуванням сучасних вимог до будівельних проектів, важливо враховувати як традиційні методи, так і новітні підходи та технології, що дозволяють підвищити ефективність управління проектами, забезпечити гнучкість та зменшити ризики. Інтеграція традиційних методів з сучасними інформаційними технологіями може стати ключем до успішної реалізації будівельних проектів у майбутньому.

1.2 Виявлення основних проблем та недоліків традиційних підходів в організації будівельних процесів

Традиційні підходи до організації будівельних процесів, включаючи етапне планування, календарне планування, метод критичного шляху та графік Ганта, широко використовуються у будівельній галузі вже протягом багатьох десятиліть. Вони забезпечують певний рівень структурованості та передбачуваності в управлінні проектами. Проте, сучасні вимоги до будівництва, зростання масштабів проектів та необхідність підвищення ефективності роботи висувають нові виклики. Виявлення основних проблем та недоліків традиційних підходів є важливим кроком для розробки нових, більш ефективних методів організації будівельних процесів. У цьому дослідженні ми детально розглянемо основні проблеми та недоліки традиційних методів.

Однією з головних проблем традиційних підходів є їх обмежена гнучкість при виникненні непередбачуваних обставин. Будівельні проекти часто стикаються з різноманітними несподіванками, такими як зміни в умовах на будівельному майданчику, затримки з постачанням матеріалів, погодні умови та інші фактори. Традиційні методи, такі як етапне та календарне планування, не завжди здатні швидко адаптуватися до таких змін, що призводить до затримок та перевитрат.

Традиційні методи базуються на статичних планах, які складно коригувати в умовах постійних змін. Наприклад, метод критичного шляху передбачає фіксовану послідовність завдань, будь-яка зміна в якій може вимагати значного перепланування всього проекту. Це ускладнює управління проектами, особливо у великих та складних проектах з багатьма залежностями між завданнями.

Координація між різними учасниками будівельного проекту є ще однією важливою проблемою традиційних методів. Будівельні проекти зазвичай включають багато зацікавлених сторін: замовників, підрядників,

субпідрядників, постачальників та інші. Традиційні методи не завжди забезпечують ефективну взаємодію між цими учасниками, що може призводити до комунікаційних проблем, непорозумінь та затримок.

Традиційні підходи часто не включають використання сучасних інформаційних технологій для забезпечення єдиного інформаційного простору. Відсутність централізованої системи для обміну інформацією ускладнює доступ до актуальних даних, що призводить до неправильного планування та управління проектом.

Традиційні методи планування та контролю не завжди забезпечують ефективний контроль за використанням ресурсів. Це може призводити до перевитрат на матеріали, робочу силу та обладнання. Недоліки у контролі за ресурсами можуть також спричиняти затримки в роботах через нестачу необхідних матеріалів або техніки.

Традиційні методи часто не забезпечують оптимального використання робочої сили. Наприклад, у календарному плануванні не завжди враховуються можливі простої або неефективне використання робочого часу. Це може призводити до зниження продуктивності та збільшення витрат на робочу силу.

Традиційні методи організації будівельних процесів не завжди забезпечують ефективні інструменти для оцінки та управління ризиками. Недостатній аналіз ризиків може призводити до несподіваних проблем та затримок у реалізації проекту. Наприклад, метод критичного шляху не враховує можливість виникнення ризиків на критичних етапах, що може значно вплинути на строки виконання проекту.

Традиційні методи планування часто базуються на припущеннях та середніх значеннях, що може призводити до неточних прогнозів строків та витрат. Відсутність точних даних про тривалість завдань, витрати на ресурси та інші фактори може призводити до значних відхилень від плану та перевитрат.

Традиційні методи організації будівельних процесів часто не враховують можливості сучасних технологій для автоматизації планування та управління.

Використання ручних методів та паперової документації може призводити до помилок, втрат часу та зниження ефективності роботи.

Сучасні будівельні проекти вимагають використання аналітичних інструментів для аналізу даних та прийняття рішень. Традиційні методи не завжди включають такі інструменти, що ускладнює прийняття обґрунтованих рішень на основі актуальної інформації.

Традиційні методи не завжди враховують необхідність впровадження та дотримання стандартів якості у будівельних проектах. Це може призводити до недостатньої якості виконання робіт, необхідності переробок та додаткових витрат.

Недоліки у контролі за виконанням робіт можуть призводити до відхилень від проектних вимог та стандартів якості. Відсутність системного підходу до контролю якості може призводити до значних проблем на етапі введення об'єкта в експлуатацію.

Традиційні підходи до організації будівельних процесів мають ряд суттєвих недоліків, які впливають на загальну ефективність будівництва. Обмежена гнучкість, складність координації, недостатній контроль за ресурсами, обмежені можливості прогнозування, відсутність інтеграції з сучасними технологіями та проблеми з якістю – це основні проблеми, з якими стикаються будівельні компанії, використовуючи традиційні методи.

Для підвищення ефективності будівельних проектів необхідно впроваджувати нові підходи та технології, які дозволяють більш гнучко реагувати на зміни, забезпечувати ефективну координацію між учасниками проекту, здійснювати точний контроль за ресурсами та якістю виконання робіт. Інтеграція традиційних методів з сучасними інформаційними технологіями, такими як системи управління проектами, штучний інтелект, великі дані та автоматизація, може стати ключем до успішної реалізації будівельних проектів у майбутньому.

2. ДОСЛІДЖЕННЯ СІТЬОВОЇ МОДЕЛІ ЯК ІНСТРУМЕНТУ ОПТИМІЗАЦІЇ

2.1 Вивчення теоретичних основ сітьової моделі

Сітьові моделі являють собою потужний інструмент для управління складними проектами та процесами. Вони широко використовуються в різних галузях, таких як будівництво, виробництво, інформаційні технології та інші, де важливо забезпечити ефективне планування, координацію та контроль за виконанням завдань. Вивчення теоретичних основ сітьової моделі є необхідним для розуміння її принципів та можливостей, що дозволяє ефективно застосовувати цей інструмент у практичній діяльності.

Сітьові моделі були розроблені у середині 20-го століття в якості інструментів для управління складними проектами. Одним з перших прикладів є метод критичного шляху (CPM), розроблений у 1950-х роках корпорацією DuPont для планування та управління великими інженерними проектами. Іншим важливим досягненням стало впровадження методу оцінки та огляду програм (PERT), розробленого Військово-морськими силами США для управління ракетними програмами. Ці методи стали основою для розвитку сучасних сітьових моделей.

Сітьова модель є графічним представленням проекту або процесу у вигляді мережі з вузлів (подій) та дуг (робіт). Вузли представляють ключові події або точки, а дуги – роботи або завдання, що необхідно виконати для переходу від однієї події до іншої. Сітьова модель дозволяє наочно представити взаємозв'язки між завданнями, визначити критичний шлях та оптимізувати строки виконання проекту.

Вузли у сітьовій моделі представляють події, які відбуваються у певний момент часу, і можуть бути початковими, проміжними або завершальними.

Дуги представляють роботи або завдання, що виконуються між подіями. Кожна дуга має певну тривалість, яка визначає час, необхідний для виконання відповідного завдання.

Критичний шлях – це найдовший шлях у сітьовій моделі, який визначає мінімальний час, необхідний для завершення проекту. Роботи, що входять до критичного шляху, мають нульовий резерв часу, тобто будь-яка затримка у їх виконанні призведе до затримки всього проекту. Визначення критичного шляху є важливим для ефективного управління проектом, оскільки дозволяє зосередити ресурси на критичних завданнях.

Резерв часу (флоат) – це додатковий час, наданий для виконання завдання без впливу на загальні строки проекту. Резерв часу дозволяє компенсувати можливі затримки у виконанні завдань, що не входять до критичного шляху, і забезпечує більшу гнучкість у управлінні проектом.

Типи сітьових моделей

Існує декілька основних типів сітьових моделей, які використовуються для управління проектами та процесами.

Метод критичного шляху (Critical Path Method, CPM) є одним з найпоширеніших методів сітьового планування. Він передбачає визначення критичного шляху у проекті, який визначає мінімальний час для його завершення. Основними етапами CPM є:

- Визначення завдань: Складання списку всіх завдань проекту та їх взаємозв'язків.
- Оцінка тривалості: Визначення тривалості кожного завдання.
- Побудова сітьової моделі: Створення графічного представлення проекту у вигляді мережі з вузлів та дуг.
- Визначення критичного шляху: Обчислення критичного шляху та резервів часу для кожного завдання.

Метод оцінки та огляду програм (Program Evaluation and Review Technique, PERT) є ще одним важливим методом сітьового планування. PERT

використовується для управління проектами з високим рівнем невизначеності та варіативності тривалості завдань. Основними етапами PERT є:

- Визначення завдань та подій: Складання списку всіх завдань та подій проекту.
- Оцінка тривалості: Визначення тривалості кожного завдання за трьома оцінками: оптимістичною, ймовірною та песимістичною.
- Побудова сітьової моделі: Створення мережі з вузлів та дуг.
- Аналіз сітьової моделі: Обчислення середньої тривалості завдань, визначення критичного шляху та резервів часу.

Графіки Ганта (Gantt charts) є ще одним популярним інструментом для візуалізації планування та контролю проектів. Графік Ганта представляє завдання у вигляді горизонтальних смуг на осі часу, що дозволяє легко відслідковувати строки виконання завдань та їх взаємозв'язки. Хоча графіки Ганта не є класичними сітьовими моделями, вони часто використовуються разом з ними для покращення візуалізації та управління проектами.

Сітьові моделі мають ряд переваг, що робить їх ефективним інструментом для управління проектами та процесами.

Сітьові моделі забезпечують наочне представлення взаємозв'язків між завданнями, що дозволяє краще розуміти структуру проекту та ефективніше управляти ним. Це допомагає виявляти критичні завдання, що впливають на строки виконання проекту, та зосереджувати ресурси на їх виконанні.

Визначення критичного шляху дозволяє оптимізувати строки виконання проекту, визначивши мінімальний час для його завершення. Це дозволяє ефективніше планувати ресурси та зменшувати ризик затримок.

Сітьові моделі забезпечують точний контроль за виконанням завдань та строків проекту. Вони дозволяють своєчасно виявляти відхилення від плану та вживати необхідних заходів для їх коригування.

Сітьові моделі, зокрема метод PERT, дозволяють аналізувати ризики та варіативність тривалості завдань. Це допомагає виявляти потенційні проблеми на ранніх етапах проекту та розробляти стратегії для їх мінімізації.

Незважаючи на свої переваги, сітьові моделі мають і певні недоліки, які слід враховувати при їх використанні.

Побудова сітьових моделей може бути складною та трудомісткою, особливо для великих та складних проектів. Вона вимагає точного визначення всіх завдань, їх взаємозв'язків та тривалості, що може вимагати значних зусиль та часу.

Сітьові моделі сильно залежать від точності вихідних даних. Неправильні або неточні оцінки тривалості завдань можуть призводити до помилок у плануванні та управлінні проектом. Це може вплинути на строки виконання та витрати проекту.

Як вже зазначалося, сітьові моделі не завжди забезпечують достатню гнучкість при виникненні непередбачуваних обставин. Зміни в одному завданні можуть вимагати значного перепланування всього проекту, що ускладнює управління та координацію робіт.

Сітьові моделі широко використовуються у будівельній галузі для управління складними проектами, що включають велику кількість завдань та взаємозв'язків. Вони дозволяють ефективно планувати та контролювати виконання будівельних робіт, забезпечуючи дотримання строків та витрат.

Сітьові моделі дозволяють детально планувати всі етапи будівельного проекту, визначати критичні завдання та оптимізувати строки їх виконання. Це допомагає уникнути затримок та забезпечити своєчасне завершення проекту.

Сітьові моделі забезпечують ефективне управління ресурсами, такими як матеріали, робоча сила та техніка. Вони дозволяють визначати оптимальні строки для виконання завдань, що допомагає зменшити простої та забезпечити раціональне використання ресурсів.

Використання сітьових моделей дозволяє здійснювати точний контроль за якістю виконання робіт. Вони допомагають виявляти проблеми на ранніх етапах та вживати необхідних заходів для їх усунення, що забезпечує високу якість будівельних робіт.

2.2 Визначення основних принципів побудови та застосування сітьових моделей

Вивчення теоретичних основ сітьової моделі є важливим кроком для ефективного використання цього інструменту в управлінні проектами та процесами. Сітьові моделі забезпечують наочне представлення взаємозв'язків між завданнями, оптимізацію строків, точний контроль за виконанням та аналіз ризиків. Незважаючи на певні недоліки, вони є незамінним інструментом для управління складними проектами, особливо у будівельній галузі. Інтеграція сітьових моделей з сучасними інформаційними технологіями може значно підвищити ефективність управління проектами та забезпечити їх успішну реалізацію.

Значну кількість практичних задач із організації будівництва та планування робіт можна подати у вигляді сітьових моделей, наприклад, такі задачі, як:

1. Мінімізація вартості будівництва мережі (газо- , теплопроводів, кабелів, доріг тощо). Задача розв’язується на основі оптимізаційного алгоритму знаходження мінімального кістякового дерева;
2. Знаходження найкоротшого маршруту між двома пунктами по вже існуючій мережі. Задача розв’язується на основі оптимізаційного алгоритму знаходження найкоротшого шляху;
3. Визначення схеми транспортування сировини від пунктів добування до заводів-переробників з мінімальною вартістю транспортування. Задача розв’язується на основі оптимізаційного алгоритму мінімізації вартості потоку в мережі з обмеженою пропускною здатністю;
4. Побудова графіка будівельних робіт з визначенням початку та закінчення окремих етапів робіт. Задача розв’язується на основі оптимізаційного алгоритму знаходження критичного шляху.

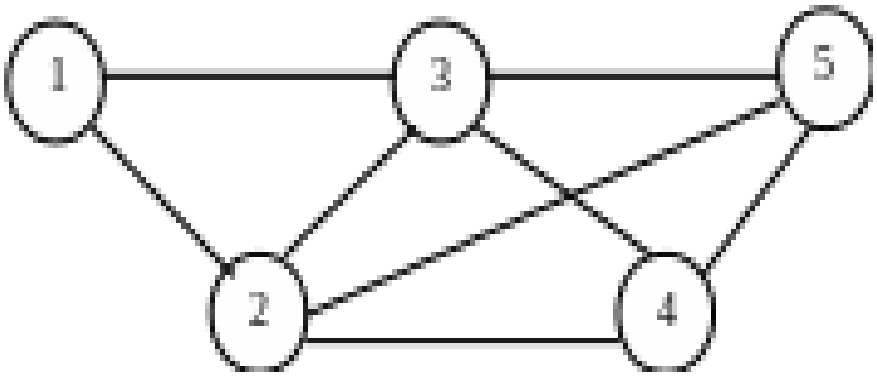
Наведені задачі можна також сформулювати та розв’язати як задачі лінійного програмування, однак застосування спеціальних сітьових алгоритмів є ефективнішим. Алгоритми, на основі яких розв’язуються розглянуті задачі, детально подані в літературі з математичного моделювання [10]. Як прикладу розглянемо першу та четверту задачі.

Основу сітьових моделей складає теорія графів. Відповідно до, якої сітьова модель складається із множини вузлів, що з’єднані між собою дугами (або ребрами).

Таким чином, сітьова модель описується парою множин (N, A), де N – множина вузлів, A – множина ребер. Наприклад, сітьова модель, що показана на рис.2.1, описується таким чином:

N = {1,2,3,4,5},

A = {(1,3),(1,2),(2,3),(2,4),(2,5),(3,4),(3,5),(4,5) }.



Р исунок 2.1 – Сітьова модель

З кожним типом сітьової моделі може бути пов’язаний певний тип потоків, наприклад, автомобільний потік в мережі доріг, потік транспортування теплоносія по тепломережі, потік робітників на будівництві об’єкта тощо.

Послідовність різних ребер, що з’єднують два вузли, незалежно від направлення потоку в кожному ребрі, називається шляхом. Шлях формує цикл, якщо початковий та кінцевий вузли збігаються. На рис.2.2 ребра (2,3), (3,4), (2,2) складають цикл. Сітьова модель в якій будь-які два вузли пов’язані хоча б одним шляхом називається пов’язувальною сітьовою моделлю. На рис.2.3

показано саме такий тип сітьової моделі. Пов’язувальна сітьова модель, що складається із підмножини вузлів вихідної сітьової моделі та не має циклів називається деревом. Дерево, що включає всі вузли, називається кістяковим (рис. 2.4).

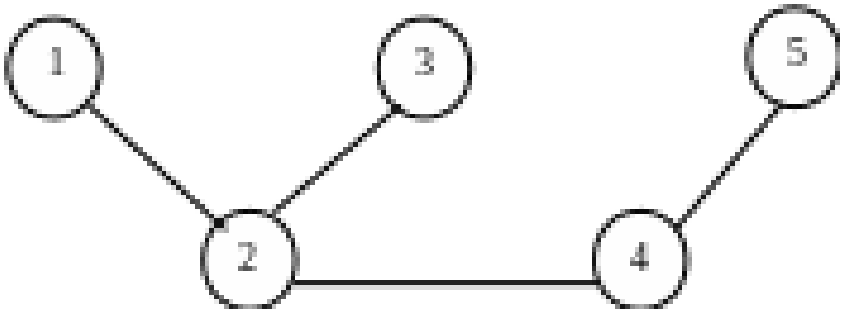


Рисунок 2.2 – Кістякове дерево

Планування найефективнішої мережі (по довжині, за вартістю тощо) основане на побудові мінімального кістякового дерева. Побудова мінімального кістякового дерева передбачає з’єднання всіх вузлів мережі за допомогою шляхів найменшої довжини. Побудова мінімального кістякового дерева виконується за алгоритмом з такими позначеннями:

$N = \{1,2,\ldots, n\}$ – множина вузлів сітьової моделі;

C_k – множина вузлів сітьової моделі, з’єднаних алгоритмом після виконання k-ої ітерації цього алгоритму;

$\subset_k$ – множина вузлів сітьової моделі, не з’єднаних з вузлами множини C_k після виконання k-ої ітерації цього алгоритму.

Крок 0. Беремо $C_0 = Ø$ та $_0 = N$.

Крок 1. Обираємо будь-який вузол і із множини $_0$ та визначаємо $C_1 = \{i\}$, тоді $_1 = N - \{i\}$. Беремо $k = 2$.

Основний крок: Із множини $_{к-1}$ обираємо вузол *j*, що з’єднується найкоротшою дугою з будь-яким вузлом з множини $C_{к-1}$. Вузол *j* приєднується до множини $C_{к-1}$ та видаляється з множини $_{к-1}$. Таким чином, $C_к = C_{к-1}+\{j\}$, $_к = _{к-1}-\{j\}$.

Основний крок виконуємо доти, доки множина $_к$ не стане порожньою.

Якщо множина $_к$ порожня, то виконання алгоритму закінчується.

Типовими задачами, для розв'язання яких використовують наведений алгоритм, є проектування мережі доріг з твердим покриттям (або мережі газопроводів), що з'єднують населені пункти, коли дороги (газопроводи), що з'єднують будь-які два пункти можуть проходити через інші населені пункти.

Зазвичай сіткові графіки будують у вигляді немасштабної моделі. Однак після того, як сітковий графік розраховано, виникає необхідність у поданні його у формі, зручній для використання на виробництві. Для цих цілей сітковий графік будують у масштабі часу.

Такі графіки мають високу наочність. Вони зручні для контролю ходу виконання робіт і дають змогу швидко знаходити ті роботи, які виконуються в заданий період, визначають їх випередження або відставання і за необхідності дають змогу схвалити оперативне рішення з перерозподілу існуючих ресурсів. Крім того, за сітковим графіком, виконаним у масштабі часу, можна побудувати діаграму потреб у ресурсах і тим самим встановити, наскільки ця потреба відповідає їх фактичній наявності.

Сітковий графік у масштабі часу можна будувати, орієнтуючись на ранні чи пізні строки настання подій, або на ранні строки початку і на пізні строки закінчення робіт.

У тому випадку, коли сітковий графік у масштабі часу будують за ранніми строками настання подій, величина проекцій на вісь часу стрілки, що з'єднує дві події, дорівнює сумі тривалості відповідної роботи і її вільного резерву часу, а якщо за пізніми строками − сумі тривалості відповідної роботи і частини її повного резерву часу, що залишилася після використання повних резервів часу на всіх попередніх роботах.

На рис. 2.3 наведено приклад побудови сіткового графіка в масштабі часу. Цю роботу виконують у декілька етапів.

Перший етап. Розраховують часові параметри сіткового графіка, виконаного без урахування масштабу часу. На рис. 2.3, а часові параметри

розраховані безпосередньо на сітковому графіку. Тривалість робіт зазначено над стрілками. У дужках біля тривалості робіт зазначено кількість робітників. У першому (лівому) квадраті під стрілками записані повні резерви часу робіт, у другому − вільні резерви часу робіт.

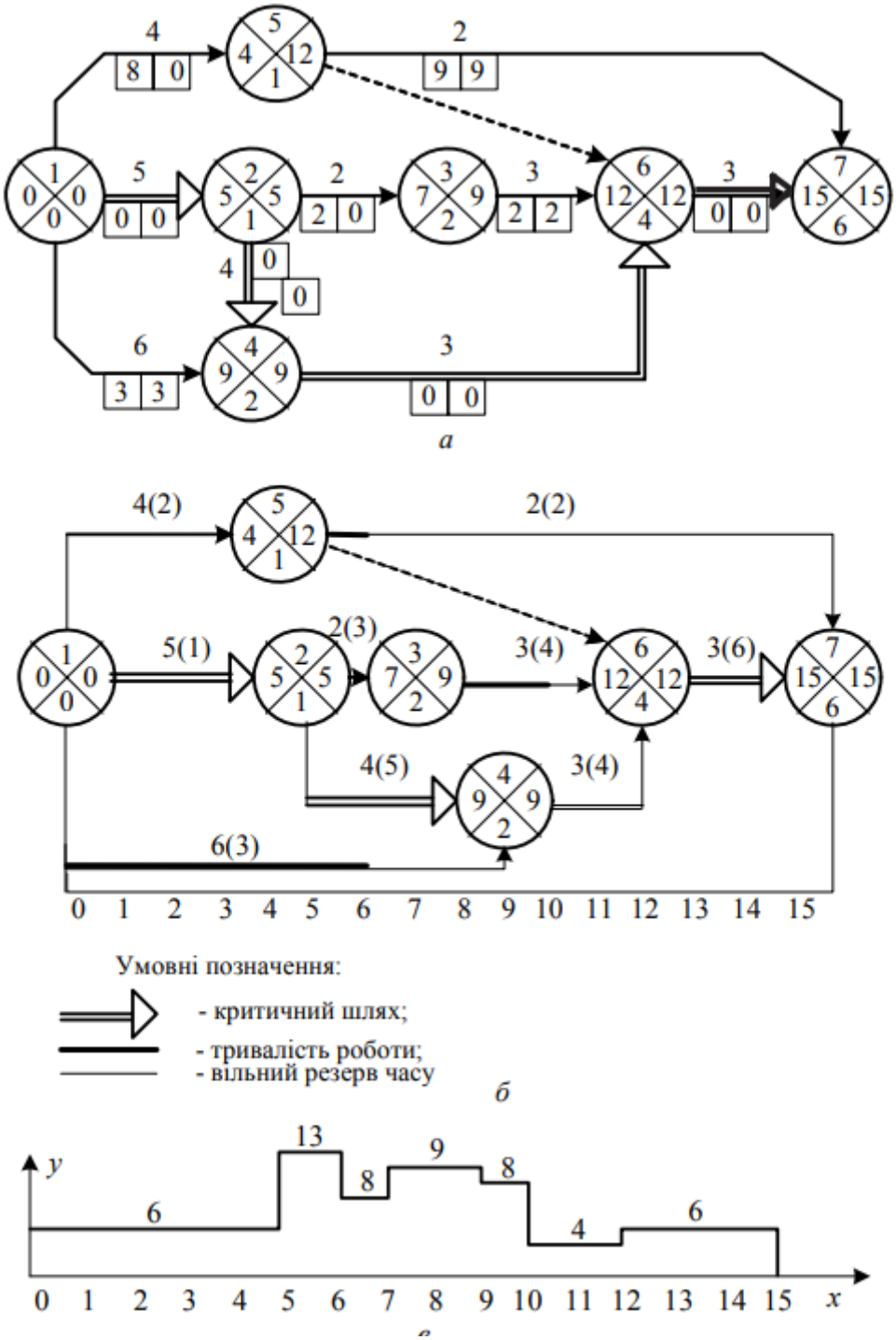


Рисунок 2.3 - Приклад побудови сіткового графіка в масштабі часу й епюри трудових ресурсів

Другий етап. Будують сітковий графік у масштабі часу. Для цього на горизонтальній вісі часу проставляють календарні дати. Потім наносять роботи критичного шляху, решуа робіт розміщують паралельно з таким розрахунком, щоб роботи не перехрещувалися.

На рис. 2.3, б роботи, які належать до критичного шляху, позначені подвійною лінією, тривалість робіт − суцільними жирними лініями.

Для зручності побудови події по вертикалі зміщують. Результати розрахунку часових параметрів сіткового графіка, викона-ного вручну або за допомогою ЕОМ, дають змогу встановити відповідність цих параметрів нормативній тривалості або директивному строку. У випадках, коли критичний час перевищує нормативну (директивну) тривалість, сітковий графік оптимізують за часом.

Оптимізація сіткового графіка − це послідовне поліпшення параметрів сітки для досягнення заданого строку виконання робіт або для раціонального розподілу ресурсів із врахуванням існуючих на них обмежень.

Оптимізація досягається корегуванням (поліпшенням) сіткових моделей або зміною її основних параметрів. Мета оптимізації − досягти відповідності між встановленими строками робіт і наявними ресурсами, а також забезпечити необхідну координацію і погодженість дій усіх учасників будівництва.

Після розрахунку часових параметрів сіткового графіка його корегують за критерієм "час" без урахування інших обмежень. На цьому етапі оптимізації сітки добиваються повної відповідності тривалості критичного шляху заданому строку. Якщо тривалість будівництва за сітковим графіком продовжує перевищувати заданий строк, її скорочують. Для цього в топології сітки змінюють послідовність і взаємозв’язок окремих робіт чи скорочують тривалість робіт критичної зони шляхом використання ресурсів часу і вилучення ресурсів у некритичних робіт або залучених додаткових ресурсів організацій, що не залучались до цих пір до виконання робіт на цьому об’єкті. При зміні топології сітки можна організувати роботу по захватках менших

розмірів і поєднати виконання суміжних робіт у часі. Після внесених змін параметри сіткового графіка розраховують заново.

Оптимізацію повторюють заново до отримання допустимої сумісності тривалості критичного шляху з встановленим строком. Черговість оптимізації сіткового графіка за іншими видами ресурсів встановлюють залежно від значення кожного з них у конкретних умовах. Зазвичай, найбільш лімітованими є час і трудові ресурси. Якщо засоби для досягнення строку будівництва слугують обмеженням за матеріальними ресурсами, сітковий графік корегують за параметром "час"-"ресурси", а якщо обмеження за фінансовими ресурсами – то за параметром "час"-"вартість".

На рис. 2.3, в побудована епюра трудових ресурсів, де по вісі Х зазначено час, а по вісі У − чисельність робітників. При корегуванні епюри трудових ресурсів необхідно зберігати постій-ний склад провідних бригад і ланок робітників, забезпечити безперервність їх роботи, рівномірно розподіляти робочу силу протягом всього строку будівництва, здійснювати мінімізацію кількості робочої сили в межах існуючих резервів часу. При виконанні цього корегування в першу чергу зміщують початок робіт у межах вільних ресурсів часу, потім використовують повні резерви часу робіт. Якщо цього недостатньо, тоді змінюють чисельний склад робітників при виконанні робіт, що не розташовані на критичному шляху, змінюючи при цьому тривалість цих робіт.

Можливі випадки, коли сіткові графіки необхідно корегувати за кількома параметрами одночасно. При цьому вихідний графік корегують послідовно для кожного обмеження окремо.

Оптимізація сіткових графіків супроводжується великим обсягом обчислювань, тому його обчислюють за допомогою ЕОМ. Вручну можливо оптимізувати тільки невеликі сітки.

При оптимізації визначають декілька варіантів рішень, серед яких порівнянням відшукують той варіант, який можна взяти за основу при формуванні і реалізації будівельної програми.

При реалізації будівельної програми передбачають складання таких планів: розроблення документації, постачання обладнання, будівництво і здавання об’єкта в експлуатацію, за працею і впровадженням нової техніки, механізацією і спеціалізацією робіт тощо. Основне завдання на цьому етапі − погодження всіх планів між собою, де провідну роль відіграють сіткові графіки. Тому оптицізацію сіткових графіків треба виконувати особливо старанно.

Сіткові моделі типу "роботи-вершини".

Як уже зазначалося, існує дві форми представлення сітки:

1) "роботи-вершини" (PDM-метод діаграмного передування);

2)"роботи-дуги" (ADM-метод стрілочних діаграм).

Сіткове моделювання розвивалося другим шляхом (ADM), проте з розвитком комп’ютерної техніки дедалі більшого поширення набули сітки типу "роботи-вершини" (PDM). Нині у багатьох країнах найпоширеніший PDM-метод.

Основними логічними елементами цих сіткових графіків є роботи і зв’язки. Роботи у таких сіткових графіках зображують геометричними фігурами, як правило, прямокутниками, поділеними на чарунки, в яких записують дані про роботу: найменування, код, тривалість, ранній і пізній строки початку, ранній і пізній строки закінчення, повний і вільний резерви часу (рис. 2.4).

Зв’язки позначають умову передування між роботами і зображуються на сітковому графіку суцільними стрілками. Вони можуть бути технологічними, наприклад, кладку стін наступного поверху не можна робити до установки панелей перекриттів нижнього поверх, та організаційними, зумовленими переходами бригад робочих, переведеннями механізмів з однієї ділянки на іншу тощо. У сітках PDM існують чотири типи взаємозв’язків між роботами: "закінчення-початок", "початок-початок", "закінчення-закінчення", "початок-закінчення". Вони описують залежність початку або закінчення роботи від початку або закінчення будь-якої попередньої роботи і дають змогу визначити відношення між роботами, що частково можуть бути суміщені. На цих зв’язках

можна вводити різноманітні затримки часу, які дають змогу почати наступну роботу трохи пізніше, ніж заданий тип зв’язку з попередньою роботою. Затримки можуть бути як додатними, так і від’ємними. Найпоширеніший тип зв’язків − "закінчення-початок" − означає, що роботу Б (рис. 2.5,а) треба розпочати після того, як завершено попередню роботу А. При цьому роботу, що залежить від попередньої роботи, не обов’язково розпочати негайно після її закінчення. Наприклад, може бути період чекання або додатковий час між виконанням двох робіт, тобто затримка в часі виконання. Якщо роботу розпочинають до того моменту, як завершено попередню, між ними задається зв’язок "початок-початок". Це означає, що роботу Б (рис. 2.5,б) треба розпочати після початку попередньої роботи А. Будь-яка затримка початку роботи А зрушує початок роботи Б, а закінчення роботи А не впливає на початок роботи Б. При завданні зв’язку типу "початок-початок" часто встановлюють додатковий час (затримку), тобто кількість днів, що минає з початку попередньої роботи, для того, щоб можна було розпочати цю роботу.

Ранній строк початку	Тривалість		Ранній строк закінчення
Код та найменування роботи			
Пізній строк початку	Повний резерв часу	Вільний резерв часу	Пізній строк закінчення

Рисунок 2.4- Зображення роботи в сіткових графіках зі зв’язком “роботи-вершини”

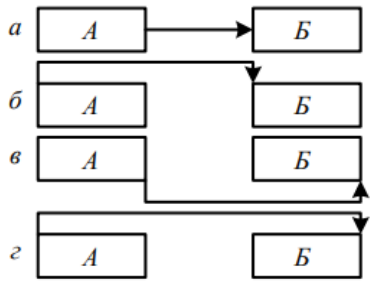


Рисунок 2.5 - Типи зв’язків у сіткових графіках “роботи-вершини”: а − “закінчення-початок”; б − “початок-початок”; в − “закінчення-закінчення”; г − “початок-закінчення”

Такі відношення між роботами описують озв’язками типу "закінчення-закінчення", що означає, що роботу Б (рис. 2.5, в) треба закінчити після того, як завершено попередню роботу А. При такому типі зв’язку тільки заключна частина роботи Б залежить від роботи А. Взаємозв’язок "закінчення-закінчення" також, як і "початок-початок", часто має додатковий час. Зв’язок типу "початок-закінчення" означає, що роботу Б (рис. 2.5, г) треба закінчити після початку попередньої роботи А. Цей тип зв’язку використовується дуже рідко.

Розрахунок сіткових графіків типу "роботи-вершини" методом на графіку так само, як і розрахунок сіткових графіків "роботидуги", здійснюють двома проходами. Методику розрахунку розглянемо для сіткових графіків зв’язками робіт "закінчення-початок". При першому (прямому) проході − від вихідних до завершальних робіт сітки − розраховують ранні строки початку і ранні строки закінчення робіт за формулами (1) і (2). Ранній строк початку вихідних робіт сіткового графіка розраховують відповідно до формул (3) або (4). Запис результатів розрахунку здійснюють так, як показано на рис. 2.5. При розрахунку зворотним ходом − від завершальних робіт сітки до вихідних − визначають пізні строки початку і пізні строки закінчення робіт (формули (10) і (11)). Для завершальних робіт сітки пізній строк закінчення дорівнює більшому з ранніх строків закінчення завершальних робіт, якщо не задано строк закінчення робіт за проектом, і дорівнює йому, якщо строк закінчення робіт за проектом задано.

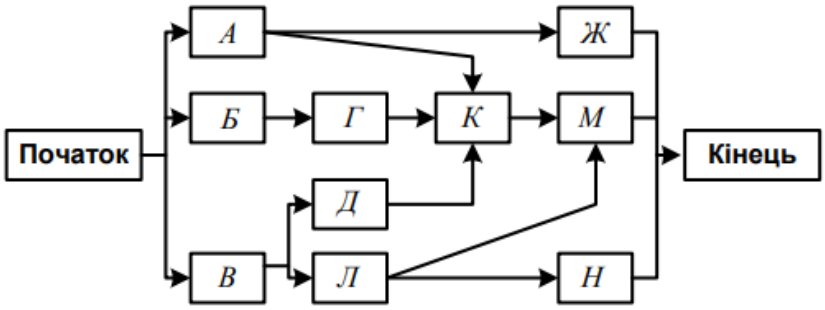


Рисунок. 2.6- Сітковий графік типу “роботи-вершини”. Літери в прямокутниках − найменування робіт; стрілки − зв’язки між роботами

Повні резерви часу робіт визначають за формулами (19) або (20). Вільні резерви часу можна визначати за формулою (22), але при цьому беруть мінімальні значення з одержаних

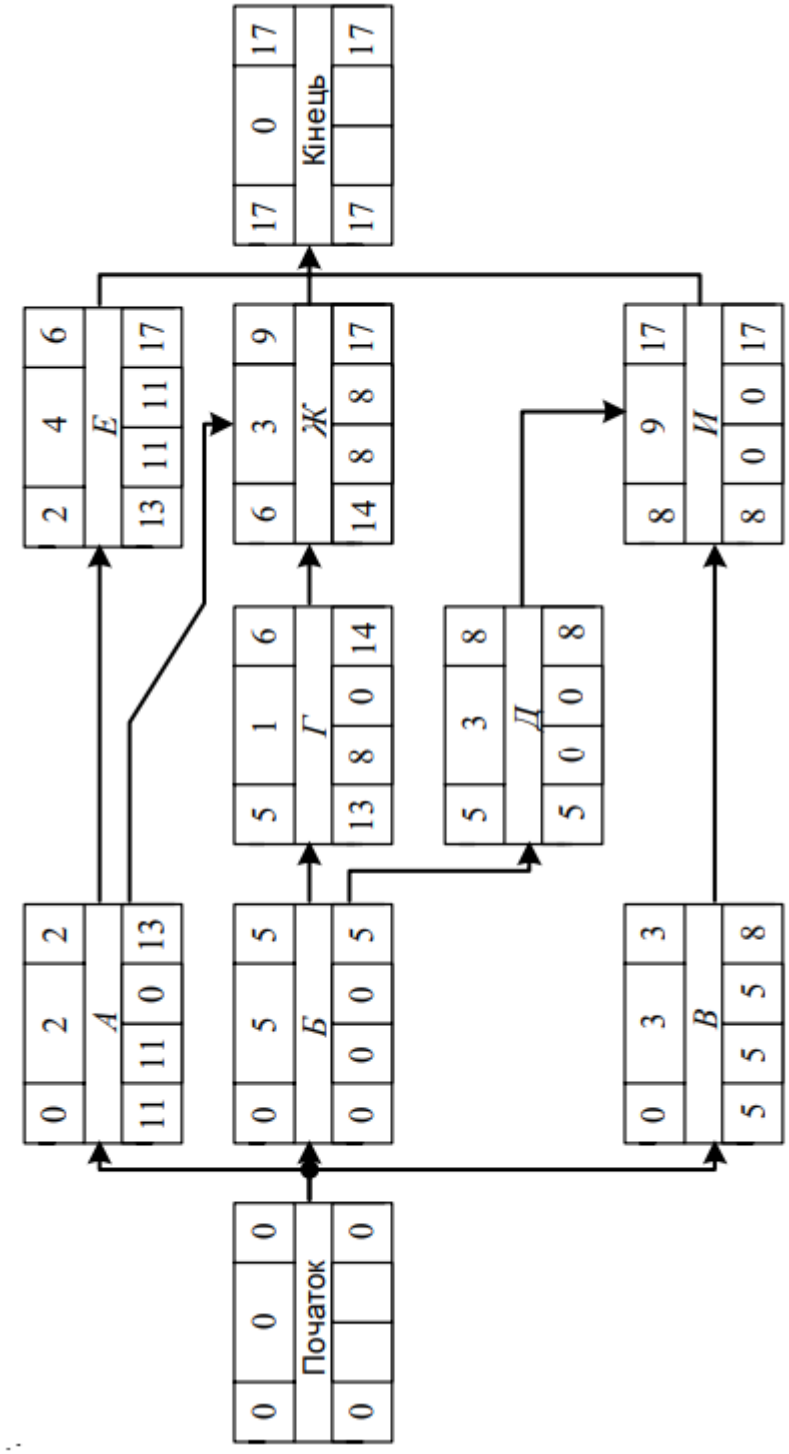


Рисунок 2.7- Приклад розрахунку сіткового графіка типу „роботи-вершини” безпосередньо на графіку

Приклад розрахунку сіткового графіка типу "роботи-вершини" зображено на рис. 2.7. Для позначення початку і завершення проекту введено дві умовні роботи з нульовою тривалістю "Початок" і "Кінець". Наведений сітковий графік відповідає такому типу "роботи-дуги". Як приклад визначимо ранні і пізні строки початку роботи Г і ранні і пізні строки її закінчення, повний і вільний резерви часу для такої роботи:

$$t_{Г}^{(\text{р.п.})} = t_{Б}^{(\text{р.з.})} = 5;$$
$$t_{Г}^{(\text{р.з.})} = t_{Г}^{(\text{р.п.})} + t_{Г} = 5 + 1 = 6;$$
$$t_{Г}^{(\text{п.з.})} = t_{Ж}^{(\text{п.п.})} = 14;$$
$$t_{Г}^{(\text{п.п.})} = t_{Г}^{(\text{п.з.})} - t_{Г} = 14 - 1 = 13;$$
$$r_{Г}^{(\text{п})} = t_{Г}^{(\text{п.п.})} - t_{Г}^{(\text{р.п.})} = 13 - 5 = 8;$$
$$r_{Г}^{(\text{в})} = t_{Ж}^{(\text{р.п.})} - t_{Г}^{(\text{р.з.})} = 6 - 6 = 0,$$

і для роботи И:

$$t_{И}^{(\text{р.п.})} = \max \begin{vmatrix} t_{Д}^{(\text{р.з.}} \\ t_{В}^{(\text{р.з.})} \end{vmatrix} = \max \begin{vmatrix} 8 \\ 3 \end{vmatrix} = 8;$$
$$t_{И}^{(\text{п.з.})} = t_{И}^{(\text{р.п.})} + t_{И} = 8 + 9 = 17;$$
$$t_{И}^{(\text{п.з.})} = \max \begin{vmatrix} t_{Е}^{(\text{р.з.}} \\ t_{Ж}^{(\text{р.з.})} \\ t_{И}^{(\text{р.з.})} \end{vmatrix} = \max \begin{vmatrix} 6 \\ 9 \\ 17 \end{vmatrix} = 17;$$
$$t_{И}^{(\text{п.п.})} = t_{И}^{(\text{п.з.})} - t_{И} = 17 - 9 = 8;$$
$$r_{И}^{(\text{п})} = t_{И}^{(\text{п.п.})} - t_{И}^{(\text{р.п.})} = 8 - 8 = 0;$$
$$r_{И}^{(\text{в})} = T_{\text{кр}} - t_{И}^{(\text{р.з.})} = 17 - 17 = 0.$$

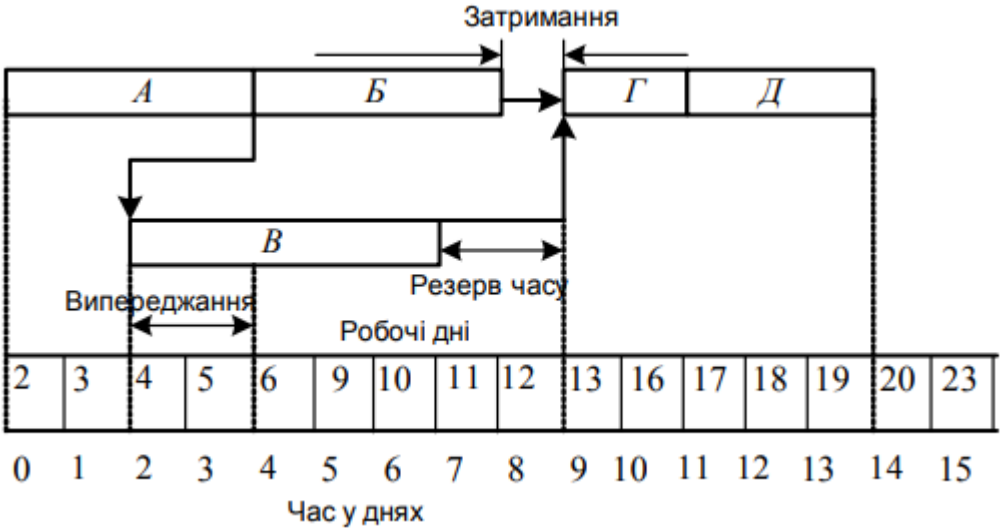


Рисунок 2.8 - Сітковий графік типу “роботи-вершини” в масштабі часу (порівн. з рис. 7.36)

Приклад розрахунку сіткового графіка зі зв’язками робіт "закінчення-початок", що включають у себе додатковий час, наведено на рис. 2.7. Цей самий графік після розрахунку зображено в масштабі часу на рис. 2.8.

Однією з переваг сіткових графіків типу "робота-вершини" є зручність включення за необхідності додаткових робіт і виключення непотрібних без істотної зміни топології сітки.

Продумана система кодів дає змогу без особливих витрат часу отримувати інформацію про окремі види робіт, а також контролювати виконання робіт певного виду.

Останніми роками у зв’язку з різким зростанням можливостей ЕОМ середнього і малого розмірів з’явилися пакети програмного забезпечення по системах управління на основі сіткових графіків типу "роботи-вершини", які дають змогу раціонально використовувати ресурси, ефективно перерозподіляти їх, оперативно усувати недоліки.

3 РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДІВ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНОЇ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТІВ НА БАЗІ ЗАСТОСУВАННЯМ ДЕТЕРМІНОВАНОЇ СІТЬОВОЇ МОДЕЛІ

3.1 Розрахунок організаційних процесів при будівництві 5-ти поверхової житлової будівлі на базі використання детермінованої сітьової моделі (графіку)

Організація будівництва – це взаємопов'язана система підготовки до будівництва, встановлення та забезпечення загального порядку черговості та термінів робіт, забезпечення всіма видами ресурсів, управління та забезпечення ефективності і якості будівництва.

Завданням організації є забезпечення будівництва в оптимальні терміни при високій якості робіт та при мінімальних витратах трудових, матеріальних і грошових ресурсів.

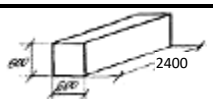
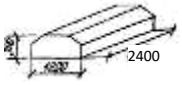
Проект виробництва робіт (ПВР) розробляється за робочими кресленнями і служить для визначення найбільш ефективних методів будівельно-монтажних робіт (б.м.р.), сприяючих зниженню собівартості, тривалості і трудозатрат, підвищення ступеня використання будівельних машин. ПВР розробляється на II стадії робочих креслень генпідрядної організації. Затверджує ПВР керівник будівельної організації, деякі розділи ПВР призначаються з субпідрядними організаціями. Затверджений ПВР повинен бути переданий на будівельний майданчик за 2 місяці до початку робіт б.м.р.

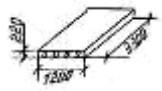
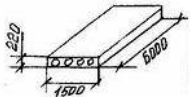
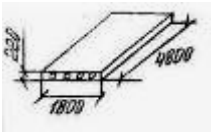
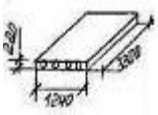
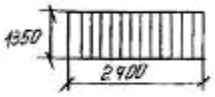
Вибір варіантів рішення при розробці ПВР повинен здійснюватися на основі ТЕО, основними показниками є собівартість б.м.р., тривалість будівництва, трудозатрати в цілому і на 1м³ будівлі.

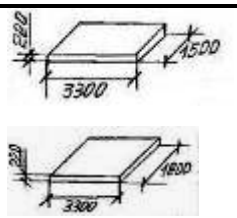
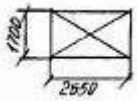
До складу ПВР входять:

- комплексний сітьовий графік графік надходження на об'єкт будівельних конструкцій, деталей, матеріалів, графік потреби в робітниках, графік потреби в основних будівельних машинах та обладнанні;
- будгенплан з розташуванням приоб’єктних і тимчасових транспортних шляхів, госп.-ком. мереж, адм.-госп. і диспетчерського зв'язку, монтажних кранів, складів, тимчасових будівель та споруд;
- технологічні карти та схема розміщення знаків для геодезичних робіт;
- рішення з охорони праці та документація для здійснення контролю якості;
- пояснювальна записка (входить рішення з виробництва робіт, ТЕП, потреби в ресурсах тощо).

Таблиця 3/1 - Визначення кількості і характеристик монтажних елементів

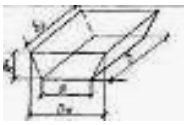
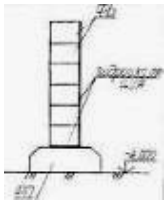
№	Найменування	Марка	Кількість.	Ескіз	Маса, т.		Площа елементу	Об’єм, м^3	
					1 од.	всього		1 од.	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Фундамент збірний	ФБ	384		1.8	691.2		0.78	299.5
		ФП	96		2.43	233.3		1.1	105.6

2	Плити перекриття	ПП-1	90		1.5	13.5	5.8	1.3	117
		ПП-2	90		2.5	225	9.6	2.1	189
		ПП-3	1125		2.4	2700	9	2	2250
		ПП-4	72		1.3	93.6	4.8	1.1	79.2
3	Сходовий марш	СМ	69		1.23	84.9		0.49	33.8

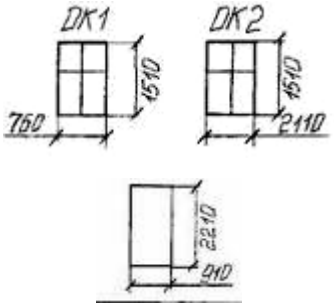
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	Сходова площадка	СП	69		3	207		1.2	82.8
5	Перемички	П	576		0.3	172.8		0.15	83.5
6	Ліфтова шахта	ЛШ	36		7.43	281.9		3.13	112.7

Таблиця 3.2 - Визначення обсягів та трудомісткості робіт

Найменування робіт	Од. вим.	Ескіз та осн. розрахунки	Об’єм робіт
1	2	3	4

1. Земляні роботи - розробка ґрунту у відвал екскаватором-драглайн	1000м^3		1.44
- зворотня засипка	1000м^3	$V_k=(H_k/6)*[(2*a+a_1)*b+(2*a_1+a)*b_1]=$ $=3/6*[(2*12+15)*26.4+(2*15+12)*29.4=$ $= 1698.3$ м^3	1.44
- ущільнення (катками)	1000м^3	$V_{отв.} = 1698.3 – V_{ф.} – V^{ii} = 1436.9$ м^3 $V_{ф.} = V_{ф.} + V_{ф.б.} = 185.8$ м^3 $V^{ii} = 0.05*(1698.3 – V_{ф.}) = 75.6$ м^3 $V_{упл.} = V_{отв.} = 1436.9$ м^3	1.44
2. Фундаменти та основи - улаштування стін підвалів - верт. та гор. гідроізоляція	100шт. 100м^2		3.84 3.7
1	2	3	4
3. Каркас			

- цегляна кладка зовн. стін t = 510мм. - цегляна кладка внутр. стен t=380мм. - улаштування гіпсобетонних перегородок - монтаж перемичок - монтаж сходових маршів - монтаж сходових площадок	$м^3$ $м^3$ 100шт. 100шт. 100шт. 100шт.		1245.9 1160.6 10.8 5.8 0.69 0.69
- монтаж плит перекриття - монтаж ліфтових шахт	100шт. 100шт.		13.77 0.36
4. Покрівля			

- улаштування. пароізоляції	100м^2		9.5
- улаштування теплоізоляції	100м^2		9.5
- улаштування цем.-піщ. стяжки	100м^2		9.5
- улаштування 4 шарів руберойду	100м^2		9.5
5. Прорізи			
- улаштування віконних блоків	100м^2		14.4
- улаштування дверних блоків	100м^2		16.93
- скління	100м^2		21.2

1	2	3	4
6. Поли - улаштування цем.-піщ. стяжки - улаштування покриттів мозаїчних t=20мм. - улаштування покриттів з реліну	100м^2 100м^2 100м^2		114 34 80
7. Оздоблювальні роботи - покращена штукатурка по бетону (цоколь) - фарбування стелі - фарбування вікон та дверей	100м^2 100м^2 100м^2		3.54 114 31.3
- штукатурка стен	100м^2		56.3

- обклейка стін лінкрустом	100м^2		56.3
- облицювання стін плиткою	100м^2		28.8
8. Улаштування доріг, площадок, тротуарів - улаштування відмостки t=10мм.	100м^2		3.27

Технологічна послідовність виконання робіт

Проєктований об'єкт складається з трьох однакових секцій. Кожну секцію приймаємо за захватку з розмірами в плані 12,0м х 23,1м, висотою 9 поверхів (9 х 2,7м = 24,3м). Фундамент - збірний стрічковий. Несучі конструкції - з цегли. Монтаж підземної частини планується здійснювати самохідним краном, надземної частини – баштовим краном.

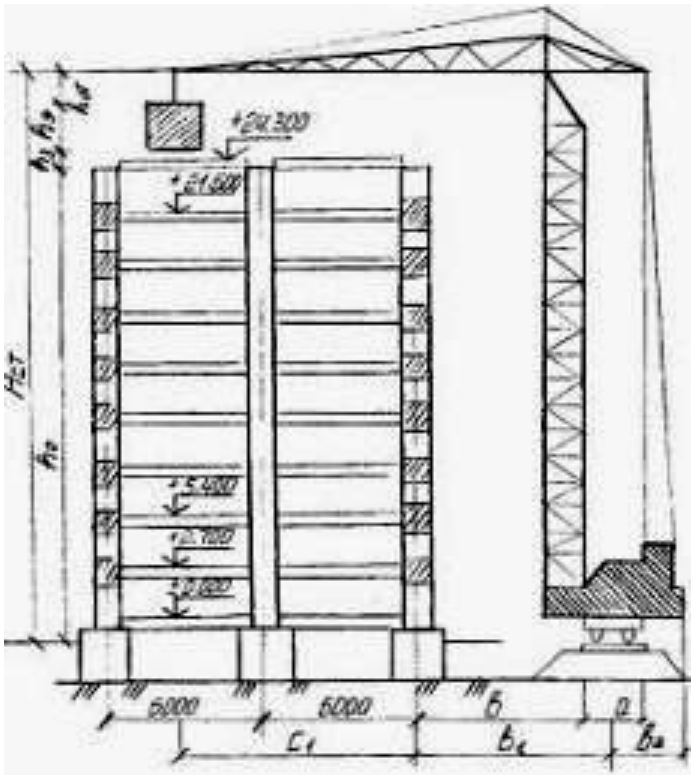


Рисунок 3.1 - Схема для визначення необхідних технічних параметрів баштового крану.

Необхідна вантажопідйомність (монтажна маса).

$Q_к = Q_{ел} + q = 7,83 + 0,048 = 7,878$т

$Q_{ел} = Q_{max.ел} = 7,83$ - максимальна маса монтованого елемента

$Q = 0,048$ т - загальна маса монтажних пристосувань.

Монтажна висота підйому гаку.

$H_к = h_о + h_з + h_е + h_с = 24,08 + 0,5 + 2,7 + 4,3 = 31,58м$

$h_о = 24,08м$ - висота від рівня розташування монтажного крану до опори, на яку встановлюється елемент;

$h_з = 0,5м$- висота підйому елемента над опорою;

$h_е = 2,7м$-висота елемента, який встановлюється;

$h_с = 4,3м$-висота захватного пристрою над елементом, який встановлюється.

Виліт стріли крану:

$L_к = b_1 + c_1 = 3,05 + 9 = 12,05м$

$b_1 = b + a/2 = 0.8 + 4.5/2 = 3,05м$ – відстань від зовнішньої поверхні будівлі до осі повороту крана;

$c_1 = 6/2 + 6 = 9м$ – відстань від центру ваги найбільш віддаленого від крану елементу до виступаючої стіни зі сторони крану;

$b = 0,8м$ – безпечна відстань для проходу людей;

$a = 4,5м$ – ширина бази крану.

Для монтажу надземної частини приймаю кран КБ-100.3 ($Q_к$ = 4…8м; $L_к = 12,5м$; $H_к = 33м$)

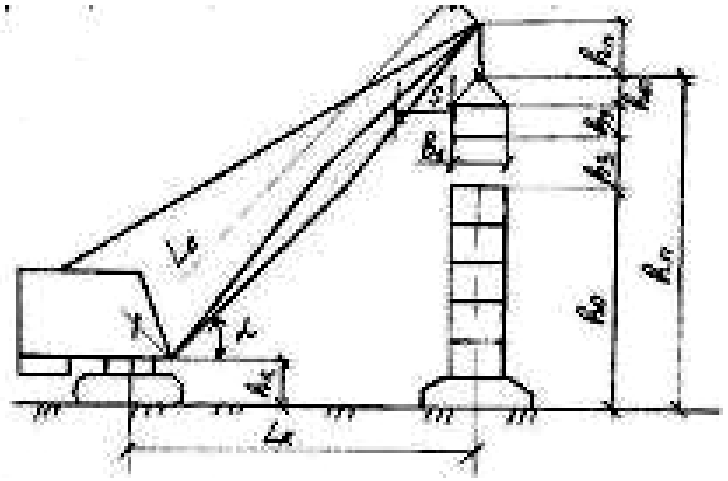


Рисунок 3.2 - Схема для визначення необхідних технічних параметрів стрілового самохідного крану

Монтажна маса

$Q_к = 0,88т + 0,048т = 0,928т$

Монтажна висота

$H_к = h_о + h_з + h_е + h_с = 3,3 + 0,5 + 0,6 + 2,2 = 6,6м$

Оптимальний кут нахилу стріли крану до горизонту:

$tg(\alpha) = 2 \cdot (h_{ст} + h_п) / (b_1 + 2 \cdot s) = 2 \cdot (2.2 + 2) / (0.6 + 2 \cdot 1.5) = 2.33 \rightarrow \alpha = 66.8$

Довжина стріли без гуська

$L_с = (H_к + h_п - h_с) / \sin(\alpha) = 7.6 + 2 - 1.5 / \sin(66.8) = 9.34м$

Приймаю для монтажу підземної частини автомобільний кран МКА-10М ($Q_к$=0,45…10т; $L_с$=16…4м; $H_к$=10м)

3.2 Мережевий графік будівництва об'єкта. Послідовність розробки мережевого графіка

Мережевий графік будівництва об'єкта розробляється в такій послідовності:

1. На основі обсягів робіт та прийнятих методів їх виконання встановлюють номенклатуру робіт МГ. При цьому всі роботи групуються так, щоб вони могли бути виконані однією бригадою, трудовитрати сумують.

2. Відповідно до технологічної послідовності виконання робіт на об'єкті будують мережеву модель. Складається картка-визначник робіт і ресурсів. У картці-визначнику робіт включаються всі роботи у строгій відповідності з мережею моделлю. У свою чергу тривалість робіт, кількість робітників у зміну та змінність, визначені у картці-визначнику робіт, переносяться на мережеву модель.

3. Розраховуються часові параметри МГ.

4. Якщо необхідно, проводиться коригування МГ. Підсумувавши змінну потребу у робітниках, будують графік руху робітників.

Побудова графіку руху робітників

По кожному дню підраховуємо виконавців по кожному дню робіт і визначуваний коефіцієнт нерівномірності руху працівників.

$$K=nmax/ncp<=1.5$$

Nmax – максимальна кількість робочих в день

Ncp – середня кількість робочих в день Ncp=Q/Tкр

Q – витрати праці на весь обсяг робіт, чол-дн

Tкр – тривалість критичного шляху мережевого графіку, дн

№	i	j	Nij	Tij	Рн	Ро	Пн	По	Rij	rij	Критический путь	Tск	Nск
1	1	2	4	2	0	2	0	2	0	0	*	0	24
2	2	3	4	16	2	18	2	18	0	0	*	2	28
3	2	6	4	4	2	6	14	18	12	12		6	24
4	3	6	0	0	18	18	18	18	0	0	*	18	32
5	3	4	4	1	18	19	26	27	8	0		19	32
6	6	7	8	16	18	34	18	34	0	0	*	20	38
7	4	7	0	0	19	19	34	34	15	15		30	28
8	4	5	4	1	19	20	27	28	8	0		34	24
9	7	8	4	2	34	36	34	36	0	0	*	36	24
10	5	8	0	0	20	20	36	36	16	16		38	61
11	5	10	10	10	20	30	28	38	8	8		138	34
12	8	9	4	2	36	38	36	38	0	0	*	167	46
13	9	10	0	0	38	38	38	38	0	0	*	192	46
14	9	11	25	100	38	138	38	138	0	0	*	203	42
15	10	11	16	100	38	138	38	138	0	0	*	215	30
16	11	12	10	29	138	167	138	167	0	0	*	220	10
17	12	13	10	64	167	231	167	231	0	0	*	231	52
18	12	14	12	48	167	215	231	279	64	16		279	20
19	13	14	0	0	231	231	279	279	48	0		327	40
20	14	15	32	48	231	279	279	327	48	48		423	0
21	13	15	20	96	231	327	231	327	0	0	*		
22	15	17	40	96	327	423	327	423	0	0	*		
23	11	16	4	54	138	192	358	412	220	0			
24	16	17	4	11	192	203	412	423	220	220			
25	1	17	20	220	0	220	203	423	203	203			
26											*		
27											*		
28											*		
29											*		
30											*		
31											*		
32											*		
33											*		
34											*		
35											*		
36											*		
37											*		
38											*		
39											*		
40											*		
41											*		
42											*		
43											*		
44											*		
45											*		

25 Новый Упорядочить Очистить Рассчитать

Расчет выполнен успешно

$T_{пр}$	423	дн.
$Q_{пр}$	17902	чел.-дн.
$S_{пр}$	0	у.е.

$N_{ср}$	42,3	чел.
N_{max}	61	чел.
k	1,44	-

№	i	j	Nij	Tij	Рн	Ро	Пн	По	Rij	rij	Критический путь	Tск	Nск
1	1	2	4	1	0	1	0	1	0	0	*	0	24
2	2	3	8	10	1	11	1	11	0	0	*	1	32
3	2	6	4	2	1	3	1	3	0	0	*	3	36
4	3	4	4	1	11	12	11	12	0	0	*	11	32
5	6	7	8	21	3	24	3	24	0	0	*	12	32
6	4	5	4	1	12	13	12	13	0	0	*	13	38
7	7	8	4	2	24	26	24	26	0	0	*	23	28
8	8	9	4	1	26	27	26	27	0	0	*	24	24
9	9	10	0	0	27	27	27	27	0	0	*	26	24
10	10	11	20	80	27	107	27	107	0	0	*	27	40
11	5	10	10	10	13	23	13	23	0	84		107	48
12	11	12	20	14	107	121	107	121	0	0	*	114	48
13	12	13	30	26	121	147	129	155	8	0		121	78
14	12	14	20	30	121	151	121	151	0	0	*	128	74
15	13	15	40	48	147	195	155	203	8	8		139	70
16	14	15	30	52	151	203	151	203	0	0	*	147	80
17	15	18	15	120	203	323	203	323	0	0	*	151	90
18	11	16	8	7	107	114	291	298	184	0		195	50
19	16	17	8	14	114	128	298	312	184	0		200	30
20	17	18	4	11	128	139	312	323	184	184		203	15
21	1	18	20	200	0	200	123	323	123	123		323	0
22											*		
23											*		
24											*		
25											*		
26											*		
27											*		
28											*		
29											*		
30											*		
31											*		
32											*		
33											*		
34											*		
35											*		
36											*		
37											*		
38											*		
39											*		
40											*		
41											*		
42											*		
43											*		
44											*		
45											*		

21

Новый | Упорядочить | Очистить | Рассчитать

Необходима корректировка расчета

$T_{пр}$	323	дн.
$Q_{пр}$	13132	чел.-дн.
$S_{пр}$	0	у.е.

$N_{ср}$	40,7	чел.
N_{max}	90	чел.
k	2,21	-

Таблиця 3.3 - Картка-визначник робіт сітьового графіку

Шифр роботи по графіку	Характеристика робіт							Виконавець		Основний механізм	
	Найменування робіт і комплексів	Обсяг		Трудомісткість, чол-дн	Тривалість, дн	Змінність	Вартість грн	Професія	Кількість чоловік	Найменування	Кількість
		Одиниця	Кількість								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1-2	Зрізання та розробка грунту 1 захв.	1000 $м^3$	1,654	49,26	7	1	2023	Тракторист 5р-1 Машинист 5р-1 Машинист 6р-1 Поміч машин. 5р-1 Грабар 2р-1, 1р-2	7	Скрепер ДЗ-30 Трактор ДТ-75 Екскаватор ЕО-7111	1 1 1
2-3	Нульовий цикл 1 захв.	100 $м^3$	3,9	88,04	22	1	199560	Машинист 6р-1 Монтажник 4р-1, 3р-1, 2р-1	4	Кран КБ-100 Трансформатор зварювальний СТЄ -24у	1 1
2-15	Зрізання та розробка грунту 2 захв.	1000 $м^3$	1,3129	38,04	6	1	1631	Тракторист 5р-1 Машинист 5р-1 Машинист 6р-1 Поміч машин. 5р-1 Грабар 2р-1, 1р-2	7	Скрепер ДЗ-30 Трактор ДТ-75 Екскаватор ЕО-7111	1 1 1
3-4	Зворотня засипка та трамбування 1 захв.	1000 $м^3$	1,2535	8,29	4	1	1375	Машинист 5р-1 Тракторист 5р-1	2	Бульдозер ДЗ-18 Трактор Т-100 Каток ДЗ-39А	1 1 1
3-5	Монтаж баштового крану				3	1		Монтажник 4р-1, 3р-1, 2р-3	5		

Продовження табл 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4-16	Зворотня засипка та трамбування 2 захв.	1000 $м^3$	0,9398	6,21	3	1	1031	Машинист 5р-1 Тракторист 5р-1	2	Бульдозер ДЗ-18 Трактор Т-100 Каток ДЗ-39А	1 1 1
5-6	Монтаж ЗБК 1захв.	100 шт	3	80,48	10	1	249052	Машинист 6р-1 Монтажник 4р-2, 3р-2, 2р-1 Каменярі 4р-1, 3р-2, 2р-1	8	Кран КБ-100 Трансформатор зварювальний СТЄ -24у	1 1
5-7	Цегляна кладка 1 захв.	$м^3$	666,9	1029,6	129	1	884803	Каменярі 4р-2, 3р-4, 2р-2	8	Кран КБ-100	1
7-8	Заповнення отворів 1 захв.	100 $м^2$	5,739	96,21	19	1	343515	Машинист 5р-1 Тесляр 4р-1, 2р-1 Стекольник 3р-1, 2-1	5		
7-9	Влаштування покрівлі 1 захв.	100 $м^2$	3,852	119,63	20	1	651240	Покрівельники 3р-3, 2р-3	6	Кран КБ-100	1
9-10	Електротехнічні роботи 1 захв.				30	1		електрики	6		
9-11	Санітарно-технічні роботи 1 захв.				26	1		сантехники	4		
9-12	Штукатурні роботи 1 захв.	100 $м^2$	70,824	1533,04	102	1	160171	Штукатурники 4р-6, 3р-6, 2р-3	15	Штукатурний агрегат СО-57А	3
12-13	Облицювання стін керамічною плиткою 1 захв.	100 $м^2$	9,4	512,92	85	1	84302	Облицювальник-плиточник 4р-3, 3р-3	6	Розчинонас СО-50А	2

Продовження табл 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
12-14	Фарбування стін 1 захв.	100 м^2	22,15	250,85	84	1	55448	Маляр 4р-1, 3р-1, 2р-1	3	Агрегат малярний СО-257	1
12-24	Оклеювання стін шпалерами 1 захв.	100 м^2	38,151	233,41	78	1	22871	Маляр 4р-1, 3р-1, 2р-1	3		1
15-16	Нульовий цикл 2 захв.	100 шт	0,73	28,17	7	1	98791	Машинист 6р-1 Монтажник 4р-1, 3р-1, 2р-1	4	Кран МКГ-10А Трансформатор зварювальний СТЄ -24у	1 1
16-17	Монтаж каркасу 2 захв.	100 шт	1,23	94,51	16	1	319125	Машинист 6р-1 Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-2, 2р-1	6	Кран МКГ-10А Трансформатор зварювальний СТЄ -24у	1 1
17-18	Влаштування внутрішніх стін 2 захв.	100 м^2	1,9147	31,09	16	1	16218	Каменярі 4р-1, 2р-1	2		
17-19	Монтаж стінових панелей	100 шт	1,23	155,12	31	1	222848	Машинист 6р-1 Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-1, 2р-1	5	Кран МКГ-10А Трансформатор зварювальний СТЄ -24у	1 1
19-20	Заповнення отворів 2 захв.	100 м^2	2,1229	27,31	6	1	151868	Машинист 5р-1 Тесляр 4р-1, 2р-1 Стекольник 3р-1, 2-1	5		
19-21	Влаштування покрівлі 2 захв.	100 м^2	12,96	301,58	50	1	333916	Покрівельники 5р-2, 3р-4	6	Кран МКГ-10А	1
21-22	Електро-технічні роботи 2 захв.				26	1		електрики	6		

Продовження табл 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
21-23	Санітарно-технічні роботи 2 захв.				20	1		сантехники	4		
21-24	Внутрішнє оздоблення 2 захв.	100 м^2	14,724	572,07	95	1	76904	Маляр 4р-2, 3р-2, 2р-2	6	Агрегат малярний СО-257	3
24-25	Влаштування бетонної підлоги 1 захв.	100 м^2	0,95	24,87	12	1	7636	Бетонники 4р-1, 2р-1	2	Бетононасос СБ-95-А Шлифувальна машина СМ 104-2 Майданчиковий вібратор ИВ-91	1 1 1
25-26	Влаштування підлоги з керамічної плитки 1 захв.	100 м^2	3,386	111,83	28	1	49578	Облицювальник-плиточник 4р-2, 3р-2	4	Розчинонасос СО-50А	2
25-27	Влаштування підлоги з паркету 1 захв.	100 м^2	6,275	247,31	41	1	204161	Паркетники 4р-3, 3р-3	6		
25-28	Влаштування підлоги з лінолеуму 1 захв.	100 м^2	5,86	156,21	39	1	74253	Облицювальник синт. матеріалами 4р-2, 3р-2	4		
25-29	Влаштування бетонної підлоги 2 захв.	100 м^2	8,461	267,19	44	1	181350	Бетонники 4р-3, 2р-3	6	Бетононасос СБ-95-А Шлифувальна машина СМ 104-2 Майданчиковий вібратор ИВ-91	1 1 1

Продовження табл 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
28-30	Влаштування підлоги з керамічної плитки 2 захв.	100 $м^2$	1,078	50,25	25	1	32635	Облицювальник-плиточник 4р-1, 3р-1	2		
29-30	Влаштування підлоги з лінолеуму 2 захв.	100 $м^2$	3,421	108,29	27	1	89178	Облицювальник синт. матеріалами 4р-2, 3р-2	4		
30-31	Влаштування ганків	100 $м^3$	0,115	2,31	1	1	6685	Тесляр 3р-1 Бетонник 4р-1, 2р-1	3	Бетононасос СБ-95-А Вібратор С-413	1
31-32	Зовнішнє оздоблення 2 захв.	100 $м^2$	6,648	24,63	8	1	3255	Маляр 4р-1, 3р-1, 2р-1	3	Агрегат малярний СО-257	1
32-33	Влаштування відмостки	1000 $м^2$	0,3123	5,85	2	1	27126	Асфальтобетонник 3р-1, 2р-1	2	Каток тротуарний вібраційний КДТ-3М	1
33-34	Здача об’єкту	люд-дн	0,5%	39,37	8	1	23483	Комісія	5		
1-33	Інші роботи	люд-дн	5%	393,72	49	1	234832	Різноробочі	8		

Таблиця 3.4 - Потребность в транспортных средствах

Наименование груза	Кол. груза которое необходимо	Продолжительность расчетного	Суточный грузопоток $Q_{сут.}$	Фактическая масса груза	Продолжительность циклов $t_ц$, ч.	Кол. груза которое перевозят за	Кол. единиц транспорта М шт.	Кол. дней для перевозки Т дн.	Наименование транспорта	Грузоподъемность Т.
Блоки фундаментные (m=1.8т.)	691.1	16	43.2	12.6	2.76	34	2	10	МАЗ-504	13
Фундаментные подушки (m=2.43т.)	233.3	16	14.6	12.15	2.76	34	1	7	МАЗ-504	13
Кирпич гладкий (m=0.004т.)	3850.4	100	38.5	7	2.91	18	3	71	МАЗ-200	7
Плиты перекрытия (	3442.5	100	34.4	15.78	2.33	50	1	69	МАЗ-200В/ пп 7-790	17

m=2.53т.)										
Блоки лифтовых шахт (m=7.43т.)	267.5	100	2.7	15.66	2.31	50	1	5	МАЗ-200В/ пп 5213	18
Лестничные марши (m=1.23т.)	84.87	100	0.8	6.15	2.1	21	1	4	ЗИЛ-120Н/ пп ММЗ-584	7
Лестничные площадки (m=3т.)	207	100	2.1	6	2.1	21	1	10	ЗИЛ-120Н/ пп ММЗ-584	7
Перемычки (m=0.3т.)	172.8	100	1.72	6.9	2.78	18	1	10	МАЗ-200	7

3.3 Проєктування будгенплану об'єкта

Будгенплан – генеральний план майданчика, на якому показуються розташування основних монтажних і вантажопідіймальних машин та механізмів, ТБіС, зведених і використовуваних в період будівництва, мережі, дороги, підкранові шляхи, складське господарство.

Будгенплан об'єкта будівництва проєктують на стадії розробки ППР. Основою БГП є ступінь деталізації та точності основних рішень і розрахунків з встановленням характеристик об'єктів, розміщених на будівельному майданчику, при виконанні всіх вимог техніки безпеки.

Всі елементи БГП, розміщувані на будівельному майданчику, попередньо групуються таким чином:

1 група. Виробничі об'єкти. (майстерні, автомобільні дороги, дороги і майданчики для переміщення кранів, склади, майданчики для укрупнювального складання конструкцій та обладнання.)

2 група. Адміністративні та санітарно-побутові будівлі. (контора виконроба і начальника ділянки, прохідна, диспетчерський пункт, приміщення для прийому їжі, обігріву робітників і сушки одягу, гардеробні, душові, санітарні вузли.)

3 група. Мережі та пристрої водопостачання та енергопостачання.

4 група. Слабкострумові мережі та пристрої.

Організація складського хазяйства на будмайданчику

Розміри складів на будівельному майданчику враховують такі фактори:

• Одноразовий максимальний запас матеріальних ресурсів, призначених для зберігання на складах.

• Вид матеріальних ресурсів та їх кількість на 1 м² площі складу згідно з нормами складування.

• Тип складського приміщення.

• Вид транспортних засобів та кількість транспортних одиниць, які одночасно прибувають на склад для розвантаження.

• Спосіб механізації вантажно-розвантажувальних робіт.

Максимальну добову потребу в матеріальних ресурсах даного виду обчислюють за формулою:

$$Q_{сут} = Q_р \cdot k_1 \cdot k_2 / T_р \quad (3.1)$$

$Q_р$ – кількість матеріальних ресурсів, необхідних для виконання визначеного обсягу робіт протягом розрахункового періоду;

k_1 – коефіцієнт нерівномірності поступлення матеріалів на склад (k_1 = 1.4);

k_2 - коефіцієнт нерівномірності споживання матеріальних ресурсів (k_2 = 1.4);

$T_р$ – тривалість розрахункового періоду.

Запас матеріальних ресурсів на складі визначається за формулою:

$$Q_{пр} = Q_{сут} \cdot n \quad (3.2)$$

n – норми запасу матеріальних ресурсів даного виду на складі, дн.

Корисна площа складу без проходів та проїздів визначається так:

$$S_{пол.} = Q_{пр} / q_{скл} \quad (3.3)$$

$q_{скл}$ - норма складування матеріальних ресурсів даного виду.

Розрахунок тимчасових будівель для обслуговування будівельників

Проектування виробничо-господарських служб тимчасових будинків і споруд (ТБіС) виконується у такій послідовності:

1. Встановлюється розрахункова кількість робітників, інженерно-технічних працівників, службовців та молодшого обслуговуючого персоналу (МОП).

2. Визначається номенклатура необхідних площ і кількість відповідних типів ТБіС.

3. Складаються списки титульних та нетитульних ТБіС.

Розрахункова кількість робітників приймається на основі графіка руху робітників, згідно з яким $N_{макс}$=80 осіб (в т.ч. чоловіків - 48 осіб; жінок - 32 особи).

Таблиця 3.5 - Співвідношення категорій працюючих:

	Робітників	ІТР	Службових	МОП	Всього
%	85,0	8,0	5,0	2,0	100%
чоловік	80,0	8,0	5,0	2,0	95,0

Загальна кількість робітників визначається за формулою:

$N_{заг.} = (N_{роб.} + N_{ітр.} + N_{служ.} + N_{моп}) \cdot К$ $N_{заг.} =(80+8+8+2) \cdot 1,05=100$ осіб

$N_{роб.}$ – кількість робітників;

$N_{ітр.}$ - чисельність інженерно-технічних працівників;

$N_{служ.}$ – кількість службовців;

$N_{моп}$ – молодший обслуговуючий персонал;

К - коефіцієнт, що враховує відпустки, хвороби (К=1.05-1.06).

При розрахунку кількості людей приймається, що чоловіки становлять 60% від загальної розрахункової кількості працівників, ІТР та службовців.

Розрахункова площа для кожного типу будівлі визначається так: Sтр = Sн · N

Sн – нормативний показник площі для кожного типу будівлі N - розрахункова кількість обслуговуючого контингенту для даної будівлі

На основі розрахункової площі вибирається тип тимчасових будівель і споруд, їх розміри та кількість. При проектуванні слід домагатися зменшення вартості тимчасових будівель, віддавати перевагу пересувним побутовим спорудам. На будівельному майданчику ТБіС, в залежності від фінансування, поділяють на титульні та нетитульні. Нетитульні ТБіС фінансуються за рахунок витрат будівельної організації.

Розрахунок тимчасового водопостачання будівельної площадки

Загальний максимальний годинний витрат води на виробничі та господарсько-побутові потреби розраховуються сумуванням витрат води на кожного споживача, м³/год:

$$Q_{заг.} = Q_{вр.} + Q_{гос.} + Q_{душ.} \quad (3.4)$$

Витрати води на виробничі потреби:

$$Q_{вр} = \frac{\sum V_{сут.} \times q_1 \times k_1}{1000 \times t} \quad (3.5)$$

$Q_{вр}$ – максимальна годинна витрата на будівельні процеси (м³/год);

$V_{доб.}$ – добовий об'єм певного виду сировини або кількість робочих одиниць транспорту в зміну;

q_1 – норма витрати води на відповідний об'єм;

k_1 – коефіцієнт годинної нерівномірності споживання води залежно від характеру споживача;

t – кількість годин робочої зміни.

Витрати води на господарсько-побутові потреби:

$$Q_{гос} = \frac{N \times q_1 \times k_2}{1000 \times t} \quad (3.6)$$

$Q_{гос}$ – максимальна годинна витрата на господарсько-побутові потреби (м³/год);

N – кількість працівників у найбільш многолюдну зміну, люд.;

q_1 – норма розходу води на одного працюючого в зміну;

k_2 – коефіцієнт годинної нерівномірності споживання води для цього виду потреб;

t – кількість годин робочої зміни.

Розрахунок розходу води на душові установки:

$$Q_{душ} = \frac{N_1 \times q_3 \times k_3}{1000 \times t_1} \quad (3.7)$$

$Q_{душ.}$ – максимальний годинний розхід на душові установки (м³/год);

N_1 – кількість працівників, що приймають душ, люд.;

q_3 – норма розходу води на одного працюючого, що приймає душ;

k_3 – коефіцієнт годинної нерівномірності споживання води;

t_1 – тривалість роботи душової установки.

Розрахунок розходу води на протипожежні потреби виконується від площі забудови; в цьому проекті площа забудови становить 10га:

$$Q_{пож}= \frac{10*3600}{1000} = 36 \, м^3/час \quad (3.8)$$

Загальні витрати води визначаються за двома умовами і обирається максимум з них:

$$Q_{розр.} = Q_{заг.} = Q_{вр.} + Q_{хоз.} + Q_{душ} = 1.22+19.9+1.29 = 22.41 \text{ м}^3/\text{ час}$$

$$Q_{розр.} = Q_{пож.} + 0.5Q_{заг.} = 36 + 0.5*22.41 = 47.21 \text{ м}^3/\text{ час}$$

Розрахунок діаметру труби:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q_{розр.}}{\pi \times V \times 3600}} = \sqrt{\frac{4 \times 47.21}{3.14 \times 1.5 \times 3600}} = 0.11м$$

$Q_{розр.}$ – розрахункова витрата води, м^3/ час

V – швидкість води в трубах (0.8 – 1.5 м/с)

D – діаметр труби, м

Для тимчасового водопостачання приймаємо сталеві труби D=110мм

Таблиця 3.6 - Тимчасового водопостачання

Види споживачів води	Од. вим.	Добовий об'єм $V_{доб}$	Питомі витрати води, л q_1	Коеф. нерівномірності K_1	Витрата води м^3/год
1	2	3	4	5	6
Виробничі					
- робота екскаватора	маш.год	11.38	10	1.5	0.02
- заправка екскаватора	маш/доб	3	100	1.5	0.06

- вантажні автомобілі	маш/доб	6	400	1.5	0.45
- заправка и обсл. тракторів	маш/доб	4	300	2	0.3
- компресорні станції	$м^3$ пов.	560	5	1.1	0.39
					Σ=1.22
Технологічні					
- кладка цегляна	тис.шт	10,1	100	1.5	0.19
- поливка кирп. кладки	тис.шт	10,1	200	1.5	0.38
- штукатурні роботи	$м^2$	18.1	7	1.5	0.024
- малярні роботи	$м^2$	20	0.5	1.5	0.01
- ущільнення ґрунту	$м^3$	819	150	1.25	19,2
- улаштування полів з плитки	$м^2$	47,9	5	1.5	0.045
- покрівельні роботи з руберойду	$м^2$	110,8	4	1.5	0.08
					Σ=19.9
Санітарно-побутові					
- госп.-питні потреби	1 чол.	62	20	2	0.3
- душ. установки	1 чол.	19	30	1	0.76
- їдальня	1 чол.	62	20	1.5	0.23
					Σ=1.29
Протипожежні	га	10	10		36

Розрахунок тимчасового електропостачання будівельної ділянки

Для організації тимчасового електропостачання будівельної площадки необхідно:

- визначити споживачів електроенергії на майданчику;
- встановити необхідну потужність трансформатора;
- обрати джерело отримання електроенергії;
- запроектувати електромережу.

Розрахунок необхідної потужності трансформатора:

$$P = 1.1 \times (\sum \frac{P_{пр} \times k_1}{\cos\varphi} + \sum \frac{P_m \times k_2}{\cos\varphi} + \sum P_{о.в.} \times k_3 + \sum P_{н.о.} \times k_4) \quad (3.9)$$

Р – потрібна потужність трансформатора, кВА;

1.1 – коефіцієнт, який враховує втрати напруги в мережі;

$Р_{пр.}$ – потрібна потужність для виробничих потреб (потужність силових машин або установок, кВт);

$Р_{в.о.}$ – потрібна потужність для внутрішнього освітлення приміщень, яка визначається за потрібною напругою на 1 м² площі приміщення, кВт;

$Р_{т.}$ – потрібна потужність для технологічних потреб, кВт;

$Р_{н.о.}$ – потрібна потужність для зовнішнього освітлення, яка береться за 1 м² площі будівельного майданчика і за 1 км дороги, кВт;

$К_1$...$К_4$ – коефіцієнти попиту, що залежать від кількості споживачів.

Потужність трансформатору**:**

$$P = 1.1 \times (428.26 + 37.3 + 0.08 + 7.07) = 416.03 кВА$$

приймаємо трансформатор ТМЗ-630/10 з номінальною потужністю 630 кВА и масою 3000 кг

Таблиця 3.67– Загальні витрати електроенергі

№	Споживачі	Од. вим.	Кіл.	Норма на од. встановленої потужності, кВт	Коеф. споживання К	Коэф. потужності cos φ	Загальні витрати електроенергії, кВА
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Силове обладнання						
	Розчинонасос СО-48Б	шт.	3	2.2	0.7	0.8	5.78
	Баштовий кран КБ-100.3	шт.	1	40	0,3	0,5	24
	Вібратор И-50	шт.	1	0,6	0,1	0,4	0,15
	Зварювальний апарат СТН-350	шт.	3	25	0.6	0.4	112.5
	Електроінструмент	шт.	4	0,6	0,1	0,4	0,6
	Штукатурний агрегат СО-57А	шт.	3	5.25	0.7	0.8	13.78
	Компресорна установка СО-7А	шт.	3	4	0.7	0.8	10.5
	Маляр. станція СО-115	шт.	3	40	0.7	0.8	105

	Парк.-шліфув. маш. СО-155	шт.	3	2.2	0.1	0.4	1.65
	Підйомник СО-100А	шт.	3	60	0.6	0.7	154.3
2	Технологічні потреби						
	Прогрів кам'яної кладки	$м^3$	5472	40	0,7	0,75	37.3
3	Освітлення внутрішнє						
	Побутові приміщення	$м^2$	2,61	0,012	0,8	1	0,025
	Склади и навіси	$м^2$	15,66	0,007	0,35	1	0,038
	Адміністративні приміщення	$м^2$	1,45	0,015	0,8	1	0,0174
4	Освітлення зовнішнє						
	Аварійне освітлення	100 м	8	0,37	1	1	2,96
	Внутрішньо-майданчикові дороги	1км	0,385	5	1	1	1,93
	Території будівництва	100 $м^2$	145	0,015	1	1	2,175

Організація доставки матеріалів на будівельний майданчик автотранспортом

В залежності від вантажу, котрий необхідно перевезти, умов та відстаней перевезень при розрахунках на стадії ППР приймаємо наступні види транспортних засобів:

- для фундаментів - МАЗ-504
- для цегли – МАЗ-200
- для перегородок – МАЗ-200В з напівпричепом МАЗ-5203
- для плит перекриття –МАЗ-200В з напівпричепом 7-790
- для блоків ліфтових шахт –МАЗ-200В з напівпричепом 5213
- для сходових площадок і маршів –ЗИЛ-120Н з напівпричепом ММЗ-584

Розрахунок потреби в транспортних засобах

Кількість машин М, котре необхідно для перевезення певного виду вантажу, знаходимо по формулі:

$$M=Q_{сут}/q_{сут} \quad (3.10)$$

$Q_{доб}$ – добовий вантажопотік даного виду вантажу, т;

$Q_{доб}$ – кількість вантажу, котре перевозять транспортними засобами за добу, т

$$Q_{сут}=Q_р/T_р \quad (3.11)$$

$Q_р$ – сумарна кількість даного виду вантажу ,котрий необхідно перевезти за розрахунковий період;

$T_р$ – тривалість розрахункового періоду споживання даного виду вантажу, днів.

$$q_{сут}= q_ф \cdot T_м \cdot К_т/t_ц \quad (3.12)$$

$q_ф$ – фактична маса вантажу, котрий перевозять на прийнятому виді транспорту, т;

$T_м$ – тривалість розрахункового періоду роботи транспортного засобу протягом зміни (8 год.);

$К_т$ – коефіцієнт змінності роботи транспортних засобів ($К_т$ = 1);

$t_ц$ – тривалість циклу транспортного засобу, год.

$$t_ц = t_п + 2 \cdot l / v + t \quad (3.13)$$

$t_п$ – тривалість завантаження і розвантаження транспортного засобу, год.;

l – відстань перевезення вантажу в один кінець, км.;

v – середня швидкість транспортного засобу;

t – тривалість маневрів транспортного засобу при завантаженні та розвантаженні (0,02–0,05год.).

Таблиця 3.8 - Техніко-економічні показники

№ п/п	Найменування показника	Од. вим.	Позначення	Значення
1	Тривалість будівництва об’єкту	дн.	$т_{кр}$	410
8	Коефіцієнт використання робочих	-	К	1,45
9	Енергооснащеність робочого	кВт	Е	
10	Показники будівельного генплану			
10.1	Довжина тимчасових доріг	км		0,326
	Довжина огородження	м		445,8
	Довжина інженерних комунікацій:			
	-водопровід	км		0,381
	-електромережа	км		0,644
	-каналізація	км		0,11
10.2	Площа забудованої частини будівельного майданчику	$100м^2$	$S_{буд}$	24,88
10.3	Площа будівельного майданчику	$100м^2$	$S_{заг}$	123,09
10.4	Коефіцієнт використання території будівництва	%	$К_{тер}=S_{буд}/S_{заг}$	0,2

Техніка безпеки

При організації будівельного майданчика, розміщенні ділянок робіт, робочих місць, проїздів будівельних машин, проходів для людей встановлені небезпечні зони, в межах яких постійно діють або потенційно можуть діяти небезпечні виробничі фактори. Небезпечні зони позначені знаками.

Будівельний майданчик, ділянки робіт, робочі місця, проїзди в темний час доби освітлюються. Виконання робіт у неосвітлених місцях недопустиме.

Виконання земляних робіт у зоні діючих підземних комунікацій здійснюється під безпосереднім керівництвом виконроба або майстра, а в охоронній зоні кабелів, що знаходяться під напругою, під наглядом працівників електрогосподарства.

Не допускається перебування людей під елементами конструкцій, які монтуються, та обладнання до встановлення їх у проектне положення і закріплення.

Підйом цегли на поверхи краном слід виконувати пакетами на піддонах за допомогою чотиристінних футлярів, що виключають можливість випадання цегли.

Не дозволяється кладка стін будівлі висотою більше двох поверхів без влаштування міжповерхових перекриттів, а також без влаштування у сходових клітках площадок, маршів, огорож.

При виконанні покрівельних робіт місце роботи огороджують тимчасовими міцними огорожами висотою в 1 м з бортовими дошками висотою не менше 15 см.

Обклеювати поверхні шпалерами слід у провітрюваних приміщеннях, працівників при цьому необхідно забезпечити комбінезонами та рукавицями.

Висновки

1. Проаналізував різні джерела частково розкрили і позначили існуючі і майбутні проблеми будівельної галузі, приділили особливу увагу проблемам організаційних процесів пов’язаних з розрахунками тривалості виконання будівельно-монтажних робіт. Нами було виявленно підгрунття застосування детермінованої сітьової моделі для підвищеня ефективності організаційних процесів при будівництві житлових будівель;

Детерміновані моделі прийняття рішень базуються на використанні аналітичних залежностей, які однозначно задають зв'язок вихідних даних з показниками ефективності рішення (критеріями). Тобто, для заданої сукупності вихідних даних може бути одержана єдина відповідь.

2. Нами було дослідженно проблему науково-практичної бази розвитку організацій будівництва на прикладі будівництва житлової будівлі. Наукова новація роботи визначається необхідністю впровадження детермінованої моделі для підвищення ефективності процесів організації будівельного виробництва та її використання як сучасного та доцільного інструментарію, що істотно поліпшує методи управління будівельними процесами для скорочення термінів будівництва.

3. Проведено аналіз вирішення практичних завдань з організацій будівельних процесів за допомогою спеціалізованих потоків та використанням сітьового моделювання. За результатами дослідження основним принципом потокового методу в будівництві є повне використання виробничої потужності будівельної організації при рівномірному й безперервному завантаженні низових будівельних підрозділів (будівельних ділянок, бригад, ланок і окремих робітників). Детерміновані сітьові моделі використовують в будівництві для вирішення завдань перспективного планування, визначення тривалості й термінів виконання основних етапів створення об'єктів (проектування, будівельно-монтажних робіт, поставки технологічного устаткування, освоєння

виробничої потужності), а також планування капітальних вкладень за періодами будівництва об'єкта. Але не одна з цих моделей не може поєднати всі процеси організації будівельного виробництва від проектування до експлуатації будівлі.

Список використаних джерел

1. Барабаш М. Використання методів інтеграції для створення узагальненої інформаційної моделі будівельного об’єкта. Управління розвитком складних систем. 2016. № 25. С. 114–120.

2. Бугров, О. В., Бугрова О. О. Управління проектами і ціноутворення у будівництві. Управління розвитком складних систем. Київ: КНУБА, 2017. № 29. С. 19-25.

3. Дикман Л.Г. Организация жилищно-гражданского строительства: справочник строителя. Москва, Стройиздат, 1985.

4. Дикман Л.Г. Организация и планирование строительного производства: учебник. Москва : Высшая школа, 1988. 559 с.

5. ДСТУ-Н Б Д.1.1-6:2013. Настанова щодо розроблення елементних ресурсних кошторисних норм на будівельні роботи. [Чинний від 2014–01–01]. Київ, 2013. 45 с. (Національний стандарт України).

6. ДСТУ 3008-2015 Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення. [Чинний від 2017-07-01] Вид. офіц.. Київ: ДП «Укр НДНЦ», 2016.31 с.

7. ДСТУ 8302:2015 Бібліографічні посилання. Загальні положення та правила складання. [Чинний від 2016-07-01] Вид. офіц.. Київ: ДП «Укр НДНЦ», 2016.20 с.

8. ДБН А.2.2-3:2014. Склад та зміст проектної документації на будівництво. [Чинні від 2014-10-01]. Київ, 2014. 25 с. (Національний стандарт України).

9. ДСТУ Б Д.1.1-1:2013. Правила визначення вартості будівництва. [Чинний від 2014–01–01]. Київ, 2013. 93 с. (Національний стандарт України).

10. ДСТУ-Н Б Д.1.1-2:2013. Настанова щодо визначення прямих витрат у вартості будівництва. [Чинний від 2014–01–01]. Київ, 2013. 25с. (Національний стандарт України).

11. ДСТУ-Н Б Д.1.1-3:2013. Настанова щодо визначення загальновиробничих і адміністративних витрат та прибутку у вартості будівництва. [Чинний від 2014–01–01]. Київ, 2013. 41с. (Національний стандарт України).

12. ДСТУ-Н Б Д.1.1-4:2013. Настанова щодо визначення вартості експлуатації будівельних машин та механізмів у вартості будівництва.

13. ДСТУ-Н Б Д.1.1-5:2013. Настанова щодо визначення розміру коштів на титульні тимчасові будівлі та споруди і інші витрати у вартості будівництва. [Чинний від 2014–01–01]. Київ, 2013. 59 с. (Національний стандарт України).

14. ДСТУ-Н Б Д.1.1-6:2013. Настанова щодо розроблення елементних ресурсних кошторисних норм на будівельні роботи. [Чинний від 2014–01–01]. Київ, 2013. 45 с. (Національний стандарт України).

15. ДСТУ-Н Б Д.1.1-9:2013. Настанова щодо визначення вартості та трудомісткості робіт з перевезення будівельних вантажів власним автомобільним транспортом будвельних організацій при складанні договірної ціни та проведення взаєморозрахунків за обсяг робіт. [Чинний від 2014–01–01]. Київ, 2013. 60 с. (Національний стандарт України).

16. Дорош А. М. Організація будівельного виробництва: навчальний посібник. Київ: Аграрна освіта, 2011. 255 с.

17. Дяченко К.С., Пушкар Т. А. Сучасний стан будівельних підприємств. Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Менеджмент міського і регіонального розвитку» (28-29 березня 2013 року). Харків: Харківська національна академія народного господарства ім. О. М. Бекетова, 2013. С. 26-28.

18. Економіка підприємства: підручник / за заг. ред.. Г. О. Швиданенко. Вид. 4-те, переробл. і доповн. Київ: КНЕУ, 2009. 816 с.

19. Кирнос В.М., Залунин В.Ф., Дадиверина Л.Н. Организация строительства: учебник. Днепропетровск: «Пороги,», 2005. 309 с.

20. Колпаков В.М. Теория и практика принятия управленческих решений: учеб. пособие. Киев.: МАУП, 2000. 256 с.

21. Лубенець В. Г. Основи управління будівельним виробництвом. – Київ: Вища школа, 1995.

22. Організація будівництва: підручник / за редакцією С.А. Ушацького. Київ: Кондор, 2007. 521 с.

23. Окландер Т. О., Педько И. А., Камбур О. Л. Економіка будівельного підприємства: підручник. Київ: YAKABOO.UA, 2018. 354с.

24. Павлов І.Д., Полтавець М.О. Організація, планування та системи управління в містобудівництві: навчально-методичний посібник для здобувачів вищої освіти «Магістра» спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія». Запоріжжя, ЗНУ, 2019. 165 с.

25. Павлов І.Д., Пшегорлінська О.А. Технологія, організація та планування будівництва: навчально-методичний посібник для студентів ЗДІА спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної та заочної форм навчання .Запоріз. держ. інж. акад. Запоріжжя: ЗДІА, 2018. 186 с.

26. Павлов И. Д. Модели управления проектами: учеб. пособие. Запорожье.: ЗГИА, 1999. 316 с.

27. Павлов И.Д. Модели принятия управленческих решений: монография. Запорожье: ЗНУ, 2005. 322с.

28. Павлов И.Д., Кучеренко О.М. Управление проектами и оптимизация решений: конспект лекций. Запорожье: Издательство ЗГИА, 2006. 85 с.

29. Педан М.П., Рогожин П.С., Скурский М.А. Управление экономикой строительства: підручник. Киев: Вища школа, 1990. 356 с.

30. Пинда, Р. В. Регіональні особливості розвитку будівництва в Україні. Регіональні аспекти розвитку продуктивних сил України. 2013. Вип. 18. С. 75-81.

31. Пинда, Ю. В. Сучасний стан та особливості розвитку будівельного сектора у Причорноморському регіоні України. Причорноморські економічні студії. 2016. Вип. 9, ч. 2. С. 41-46.

32. Проектирование организации пром. Строительства: крат. справ. под ред. Е.П. Уварова и др. Киев, 1984. 159 с.

33. Радкевич А.В., Павлов І.Д. Багатоцільові моделі організації капітального відновлення об'єктів: монографія. Дніпропетровськ, 2003. 225 с.

34. Рогожин П.С., Гойко А.Ф. Економіка будівельних організацій: посібник. Київ: Видавничий дім „Скарби", 2001. 448с.

35. Саврукова Н.Т., Егоров А.И., Егорова Е.А. Экономическая стратегия фирмы:учебник. Санкт Пктербург : Политехника, 2000. 204с.

36. Сафонов, Ю. М., Кравець В. Р., Олюха В. Г. Економіко-правові основи капітального будівництва: навч. посібник для ВНЗ. Київ : Центр учб. літ., 2014. 244 с.

37. Торкатюк, В. І., Чупілко О. В., Мірошніченко Л. Є., Ларіна С. О., Кириченко О. І., Шахова О. В. та ін. Будівельний комплекс України: трансформація в умовах переходу до ринкового господарства. Тези доповідей Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Синергетичні аспекти формування економічних параметрів будівельних структур в умовах ринку» (24-25 березня 2011 року). Харків: Харківська національна академія народного господарства ім. О. М. Бекетова, 2011. С. 10-12.

38. Тугай А.М., Шилов Е.Й., Гойко А.Ф. Економіка будівельної організації: навчальний посібник. Київ: Міленіум, 2002. 92 с.