

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: **Оцінка впливу організаційно-технологічних умов часових та вартісних обмежень на розподіл капвкладень**

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1922-пцб
Пекарський Євген Вікторович.
(ПІБ)

Спеціальність
192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

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

Керівник проф., д.т.н. Арутюнян І.А.
(прізвище та ініціали)

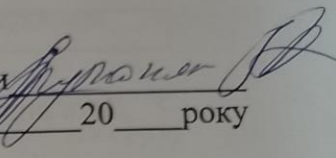
Рецензент проф., д.т.н. Радкевич А.В.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя, 2022р.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ**

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 

«01» 05 2023 року

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

Пекарський Євген Вікторович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Оцінка впливу організаційно-технологічних умов часових та вартісних обмежень на розподіл капвкладень

керівник роботи Арутюнян Ірина Андріївна, д.т.н., проф.

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

затверджені наказом ЗНУ від «01» 05 2023 року

№ 635-с

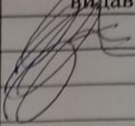



2 Строк подання студентом роботи _____

3 Вихідні дані до роботи нормативно-технічна документація, науково-дослідницькі джерела

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Теоретико-методологічні постулати організаційно-технологічних рішень в будівництві 2. Дослідження основних аспектів вибору ОТР здійснення капітальних вкладень для складних проектів на основі КУСГа 3. Проведення оцінки впливу організаційно-технологічних умов, тимчасових і вартісних обмежень на розподіл інвестицій.

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 9 листів

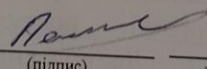
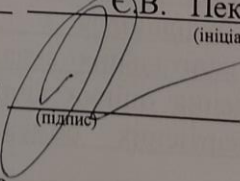
6 Консультанти розділів роботи

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.		

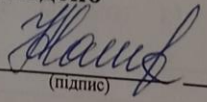
7 Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Прізвище
1	Теоретико-методологічні постулати організаційно-технологічних рішень в будівництві	з 01.09 по 30.09.2023	
2	Дослідження основних аспектів вибору отр здійснення капітальних вкладень для складних проектів на основі КУСГа.	з 01.10 по 30.10.2023	
3	Проведення оцінки впливу організаційно-технологічних умов, тимчасових і вартісних обмежень на розподіл інвестицій	з 01.11 по 02.12.2023	

Студент  С.В. Пекарський
(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

Пекарський Є.В. Оцінка впливу організаційно-технологічних умов часових та вартісних обмежень на розподіл капвкладень.

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, 2023.

У роботі проведено аналіз науково-технічних джерел, які віддзеркалюють сутність сучасного стану будівельної галузі в розрізі об'єкту досліджень в рамках впливу організаційно-технологічних рішень на виконання будівельних проектів, що обов'язково враховується часові та вартісні обмеження на розподіл інвестицій (капвкладень), які необхідні для реалізації проектів.

Обґрунтовано вирішення актуальної проблеми в межах теоретичних і методологічних передумов (нової парадигми) проектування розвитку будівельних об'єктів в умовах змін зовнішнього середовища.

Пошук адекватних методів привів до оцінки впливу організаційно-технологічних рішень для необхідного функціонування наукових і практичних інтересів аналізу закономірностей розвитку об'єктів будівництва.

Ключові слова. *організаційно-технологічні рішення, будівельні проекти, інвестиції, часові обмеження, витрати, доходи, прибутковість*

Пекарський Є.В., Арутюнян І.А. Оцінка впливу організаційно-технологічних умов часових та вартісних обмежень на розподіл капвкладень. *Збірник наукових праць III Всеукраїнської науково-практичної конференції за участю молодих науковців «АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ СТАЛОГО НАУКОВО-ТЕХНІЧНОГО ТА СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ»*. Запоріжжя: ІННІ ЗНУ, 2023.

ANNOTATION

Pekarsky Y. An estimation of influence of організаційно-технологічних terms of sentinels and cost limits is on distribution of капвкладень.

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. Arutyunyan, Engineering educational-scientific institute of the Zaporizhzhya national university, 2023.

The analysis of scientific and technical sources that reflect essence of the modern state of building industry in the cut of object of researches within the framework of influence of організаційно-технологічних decisions on implementation of building projects is in-process conducted, that is necessarily taken into account sentinels and cost limits on distribution of investments (капвкладень) that is needed for realization of projects.

The decision of issue of the day is reasonable within the limits of theoretical and methodological pre-conditions (new paradigm) of planning of development of building objects in the conditions of changes of environment.

The search of adequate methods resulted in the estimation of influence of організаційно-технологічних decisions for the necessary functioning of scientific and practical interests of analysis of conformities to law of development of building objects.

Keywords. *організаційно-технологічні decisions, building projects, investments, sentinel limitations, charges, profits, profitability*

Пекарський Є.В., Арутюнян І.А. Оцінка впливу організаційно-технологічних умов часових та вартісних обмежень на розподіл капвкладень. *Збірник наукових праць III Всеукраїнської науково-практичної конференції за участю молодих науковців «АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ СТАЛОГО НАУКОВО-ТЕХНІЧНОГО ТА СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ»*. Запоріжжя: ІННІ ЗНУ, 2023.

ЗМІСТ

	Вступ.....	7
1	ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ПОСТУЛАТИ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ В БУДІВНИЦТВІ.....	10
1.1	Теоретична платформа організаційно-технологічних рішень (ОТР) в будівництві	10
1.2	Сутність інвестицій в організаційно-технологічних рішеннях управління будівельними проектами	17
1.3	Методика оцінки проектування будівельних процесів	28
2	ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ АСПЕКТІВ ВИБОРУ ОТР ЗДІЙСНЕННЯ КАПІТАЛЬНИХ ВКЛАДЕНЬ ДЛЯ СКЛАДНИХ ПРОЕКТІВ НА ОСНОВІ КУСГа	43
2.1	Модель задачі вибору ОТР здійснення капітальних вкладень для складних проектів на основі КУСГа	43
2.2	Задача вироблення рішень по управлінню складними проектами в строк, встановлений інвестором	50
3	ПРОВЕДЕННЯ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ОРГАНІЗАЦІЙНО- ТЕХНОЛОГІЧНИХ УМОВ, ТИМЧАСОВИХ І ВАРТІСНИХ ОБМЕЖЕНЬ НА РОЗПОДІЛ ІНВЕСТИЦІЙ	57
3.1	Оцінка впливу організаційно-технологічних умов, тимчасових і вартісних обмежень на розподіл інвестицій	57
3.2	Порівняльний аналіз і оцінка рішення на основі сітьової структури і універсального алгоритму ЛП	63
3.3	Відмінні особливості економічної інтерпретації рішення.....	70
	ВИСНОВКИ.....	78
	Список використаних джерел.....	79

ВСТУП

Перехід на ринкові стосунки, відмова від планового управління будівельною галуззю вимагають вироблення принципово нового механізму управління будівельними організаціями, що забезпечує їм ефективне функціонування в умовах ринку.

Особливість сучасного періоду полягає в зміні умов господарської діяльності. Тому керівникам будівельних організацій необхідно спостерігати і своєчасно реагувати на сучасні зміни відповідно трансформації ринкових умов в короткі терміни проводити оцінку змін, що регулярно відбуваються, і оцінювати їх вплив на стан і перспективи розвитку будівельної галузі. Своєчасне прийняття управлінських рішень при зміні економічної ситуації виявляє головною проблемою в управлінні.

Серед проблем розвитку будівельного сектору найбільш актуальним постало питання підвищення ефективності діяльності будівельних організацій, за рахунок впровадження сучасних методів та технологій управління, що дозволяє вирішити широке коло завдань, які пов'язані з організаційно-технологічними умовами часових та вартісних обмежень на розподіл капвкладень при виконанні будівельно-монтажних робіт.

Ознайомлення з науково-технічними джерелами, які віддзеркалюють сутність сучасного стану будівельної галузі, дозволили провести аналіз впливу організаційно-технологічних рішень на виконання будівельних проектів, що обов'язково враховується часові та вартісні обмеження на розподіл інвестицій (капвкладень), які необхідні для реалізації проектів.

Актуальність дослідження. Аналіз організаційно-технологічної проблематики будівельної науки і напрямів розвитку інновацій в області будівництва і інформаційних технологій дозволили виявити потребу і актуальність нових теоретичних і методологічних передумов (нової парадигми) проектування розвитку будівельних об'єктів в умовах змін

зовнішнього середовища. Пошук адекватних методів привів до оцінки впливу організаційно-технологічних рішень для необхідного функціонування наукових і практичних інтересів аналізу закономірностей розвитку об'єктів будівництва.

Мета дослідження. Визначення впливу організаційно-технологічних умов часових та вартісних обмежень на розподіл капвкладень для розвитку будівельних проектів відповідно вимогам нестабільного ринку.

Об'єкт дослідження. Процеси впливу організаційно-технологічних рішень управління будівельними проектами.

Предмет дослідження. Методологія оцінки впливу організаційно-технологічних рішень, враховуючи умови часових та вартісних обмежень на розподіл капвкладень для розвитку будівельних проектів відповідно вимогам нестабільного ринку.

Задачі дослідження. Досягнення поставленої мети зумовило необхідність вирішення наступних завдань:

- ✓ аналіз наукових праць та інших джерел з метою розгляду організаційно-технологічних рішень управління будівельними проектами;
- ✓ обґрунтування ролі організаційно-технологічних рішень враховуючи умови часових та вартісних обмежень на розподіл капвкладень;
- ✓ визначення основної моделі задачі вибору ОТР здійснення капітальних вкладень для складних проектів на основі КУСГа;
- ✓ проведення оціни впливу організаційно-технологічних умов, тимчасових і вартісних обмежень на розподіл інвестицій.

Методи дослідження. В процесі досліджень вивчені та узагальнені результати вітчизняних та зарубіжних наукових шкіл, що розглядають проблеми формування та розвитку організаційно-технологічних рішень управління будівельними проектами за вимогами нестабільного ринку.

Наукова новизна. Полягає у вирішенні актуальної задачі моделювання оцінки впливу організаційно-технологічних рішень враховуючи умови часових та вартісних обмежень на розподіл капвкладень в умовах нестабільного середовища. При цьому розглянуті організаційно-технологічні рішення, які засновано на принципах адаптивного підходу і дозволяють синтезувати та реалізувати стратегії в умовах мінливого середовища функціонування, що забезпечує підвищення ефективності діяльності будівельних організацій.

Практичне значення. Механізм формування та прийняття організаційно-технологічних рішень управління будівельними проектами це працює у тому ключі, який задається особливостями виробничими процесами у цій галузі. Він повинен представляти собою сукупність послідовно здійснюючих процесів, які визначають комплексний управлінський вплив на всі об'єкти управління, які беруть участь у господарської діяльності підприємства з метою зниження сукупних витрат ресурсів на виробництво одиниці продукції.

Особистий внесок. Основні ідеї і результати досліджень, що характеризують наукову новизну і практичне значення, отримані автором особисто.

Апробація. Тематика даного дослідження була розроблена на кафедрі промислового та цивільного будівництва Інженерного навчально-наукового інституту Запорізького національного університету.

Дана робота брала участь в науково-технічній конференції студентів, магістрантів, аспірантів і викладачів Інженерного навчально-наукового інституту Запорізького національного університету.

1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ПОСТУЛАТИ ОРГАНАЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ В БУДІВНИЦТВІ

1.1 Теоретична платформа організаційно-технологічних рішень (ОТР) в будівництві

Прийняття рішень - це процес, який відбувається впродовж певного часового періоду й здійснюється в кілька етапів. Рішення - це результат вибору з кількох альтернатив, який фіксується письмово чи усно й містить програму дій для досягнення поставленої цілі. Рішення є одним із видів розумової діяльності і є виявом волі людини й характеризуються такими ознаками:

- можливістю вибору з множини альтернативних варіантів (якщо відсутні альтернативи, то й відсутній вибір, а відтак - і рішення);
- наявністю мети (вибір без мети не визначається як рішення);
- наявністю вольового акту.

ОТР передбачають пошук найбільш ефективного й раціонального варіанта для досягнення кінцевого результату. Процес прийняття й реалізації рішень - це послідовна зміна взаємопов'язаних стадій, та етапів дій менеджера, які розкривають технологію розумового пошуку істини й аналізу помилок. До управлінських рішень ставлять такі вимоги, як: всебічна обґрунтованість, своєчасність, необхідна повнота змісту, узгодженість з прийнятими раніше рішеннями.

Будівельне виробництво - взаємопов'язаний комплекс будівельних і монтажних робіт і процесів, що забезпечує розширене відтворення шляхом створення та оновлення основних власних фондів. Воно охоплює процеси, пов'язані зі зведенням нових будівель і споруд, а також розширенням,

реконструкцією, технічним переозброєнням і ремонтом діючих підприємств, будівель і споруд.

Організація будівельного виробництва - взаємопов'язана система підготовки до виконання окремих видів робіт, встановлення та забезпечення загального порядку, черговості та термінів виконання, постачання всіма видами ресурсів для забезпечення ефективності та якості виконання окремих видів робіт і будівництва об'єктів.

Організація будівельного виробництва згідно з вимогою ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва» повинна забезпечувати цілеспрямованість всіх організаційних, технічних і технологічних рішень на досягнення кінцевого результату - введення в дію об'єкта з необхідною якістю і у встановлені терміни.

Будівництво кожного об'єкта допускається здійснювати тільки на основі організаційно-технологічної документації, що включає попередньо розроблене рішення по організації будівництва і технології виконання робіт, які повинні бути прийняті в проекті організації будівництва (ПОС) і проектах виконання робіт (ППР).

ПОС розробляється на повний обсяг будівництва, передбачений проектом (робочим проектом). До складу ПОС включаються:

- календарний план будівництва, в якому визначаються терміни і черговість будівництва основних і допоміжних будівель і споруд, технологічних вузлів та етапів робіт, пускових і містобудівних комплексів з розподілом капітальних вкладень і обсягів будівельно-монтажних робіт на будівлях і спорудах та періодах будівництва;

- будівельні генеральні плани для підготовчого і основного періодів будівництва з розташуванням постійних будівель і споруд, місць розміщення тимчасових, у тому числі мобільних (інвентарних) будівель і споруд, постійних і тимчасових залізниць і автомобільних доріг та інших шляхів для транспортування устаткування, конструкцій, матеріалів і виробів; шляхів для переміщення кранів великої вантажопідйомності; інженерних мереж, місць

підключення тимчасових інженерних комунікацій (мереж) до діючих мереж із зазначенням джерел забезпечення будмайданчика електроенергією, водою, теплом; складських майданчиків; основних монтажних кранів та інших будівельних машин, механізованих установок; існуючих підлягають знесенню будівель, місць розміщення знаків закріплення розбивочних осей будівель та споруд;

- організаційно-технологічні схеми, що визначають оптимальну послідовність зведення будівель і споруд із зазначенням технологічної послідовності робіт;

- відомість обсягів основних будівельних, монтажних і спеціальних будівельних робіт;

- відомість потреби в будівельних конструкціях, виробках, матеріалах і устаткуванні;

- графік потреби в основних будівельних машинах і транспортних засобах;

- графік потреби в кадрах будівельників по основних категоріях;

- Пояснювальна записка.

Склад і зміст ПОС можуть мінятися з урахуванням складності і специфіки об'єктів.

До складу проекту виконання робіт (ППР) на зведення будівлі, споруди або його частини (вузла) включаються:

- календарний план виконання робіт по об'єкту або комплексний сітьовий графік, в яких встановлюються послідовність і терміни виконання робіт з максимально можливим їх суміщенням;

- будівельний генеральний план із зазначенням меж будівельного майданчика і видів її огорожень; діючих і тимчасових підземних, надземних і повітряних мереж і комунікацій; постійних і тимчасових доріг; схем руху засобів транспорту і механізмів; місць установки будівельних і вантажопідйомних машин, шляхів їх пересування і зон дії; розміщення постійних, споруджуваних і тимчасових будівель і споруд; місць розміщення

знаків геодезичної розбивочної основи, небезпечних зон, шляхів і засобів підйому, що працюють на робочі яруси (поверхи); а також із зазначенням проходів у будівлі та споруди, розміщення джерел і засобів енергозабезпечення та освітлення будівельного майданчика, розміщення заземлюючих контурів; місць розташування пристроїв для видалення будівельного сміття, майданчиків і приміщень для складування матеріалів і конструкцій, майданчиків укрупнювального складання конструкцій, розташування приміщень для санітарно-побутового обслуговування будівельників, питних установок і місць відпочинку, а також зон виконання робіт підвищеної безпеки. На просадних ґрунтах водорозбірні пункти, тимчасові споруди і механізовані установки із застосуванням мокрих процесів повинні розташовуватись на будівельному майданчику з низової за рельєфом місцевості сторони від будівель і споруд, а майданчики навколо них повинні бути сплановані з організованим швидким відведенням води;

- технологічні карти (схеми) на виконання окремих видів робіт з включенням схем операційного контролю якості, описом методів виконання робіт, зазначенням трудовитрат і потреби в матеріалах, машинах, оснастці, пристосуваннях і засобах захисту працюючих, а також послідовності демонтажних робіт при реконструкції підприємств, будівель і споруд.

- рішення по виконанню геодезичних робіт, які включають схеми розташування знаків для виконання геодезичних побудов і вимірів, а також вказівки щодо необхідної точності і технічних засобів геодезичного контролю виконання будівельно-монтажних робіт;

- рішення щодо техніки безпеки у складі, визначеному ДБН;

- рішення по прокладці тимчасових мереж водо-, тепло- і енергопостачання і освітлення (в тому числі аварійного) будівельного майданчика і робочих місць з розробкою, при необхідності, робочих креслень підводки мереж від джерел живлення;

- переліки технологічного інвентарю та монтажної оснастки, а також схеми стропування вантажів;

- пояснювальна записка, яка містить:
 - Потреба в енергетичних ресурсах і рішення по її забезпеченню;
 - Заходи, спрямовані на забезпечення зберігання і виключення розкрадання матеріалів, виробів, конструкцій і устаткування на будівельному майданчику, в будівлях і спорудах;

Основою наукової організації будівельних процесів є технологічні карти. Їх розробляють на основі діючих нормативів (БНіП, ГОСТи, інструкції) з урахуванням передового досвіду в будівництві. На основі типових конструктивних рішень будівель і споруд розробляють типові технологічні карти, які прив'язують до місцевих умов. Структура технологічної карти складається з наступних розділів.

1. "Область застосування" містить характеристику конструктивних елементів будівель і споруд, види процесів та їх склад, характеристику умов виробництва.

2. "Організація і технологія виконання робіт" є основним і включає: вимоги закінченості підготовчих робіт, рекомендований склад машин і устаткування, графічний матеріал, що містить схеми конструктивних елементів, схеми комплексної механізації і розстановки машин і устаткування, технологічні схеми по влаштуванню елементів конструктивної частини, схеми складування матеріалів і конструкцій, рекомендації щодо виконання робіт та складом бригади.

3. "Вимоги до якості і приймання робіт" містять схеми контролю або вказівки по здійсненню контролю та оцінки якості робіт (у табличній формі).

4. "Калькуляції витрат праці машинного часу і заробітної плати".

5. "Графік проведення робіт" складають з використанням даних калькуляції витрат праці.

6. "Матеріально-технічні ресурси".

7. "Техніка безпеки" вимагає проектної розробки рішення щодо техніки безпеки, конкретні заходи і правила, які стосуються процесам даної технологічної карти, з посиланням на і нормативні документи.

8. "Техніко-економічні показники" складають за даними калькуляції витрат праці та графіка виконання робіт на прийнятій вимірювач кінцевої продукції. Вони включають: нормативні витрати праці робітників за підсумком калькуляції, людино-години, нормативні витрати машинного часу за підсумком калькуляції, машино-години; заробітну плату робітників за підсумком калькуляції; заробітну плату механізатора за підсумком калькуляції; тривалість робіт за графіком, зміни; вироблення одного робітника в зміну, яка визначається діленням числового значення показника кінцевої продукції на нормативні витрати праці в людино-зміни; витрати на механізацію; суму змінюваних витрат, обумовлену сумою заробітної плати робітників і витрат на механізацію.

Технологічні карти дозволяють завчасно розробити технологічні норми для будівництва певних типів будівель і споруд, регламентувати послідовність будівельних процесів, застосовувані засоби механізації, склад бригад та організацію їх праці.

Сутністю будь-якого виробництва є його виробничий процес. Виробничі процеси, здійснювані на будівельному майданчику, називають будівельними процесами (наприклад, монтаж теплиці, уривка котловану екскаватором і т.д.). У результаті послідовного виконання будівельних процесів створюється будівельна продукція у вигляді будівель і споруд. При вивченні будівельних процесів їх класифікують за технологічними ознаками на заготівельні, транспортні та монтажньо-укладальні.

Заготівельні процеси: виготовлення будівельних матеріалів, напівфабрикатів (збірних залізобетонних конструкцій, розчину тощо) на спеціалізованих підприємствах, а також на будівельних майданчиках (приоб'єктних бетонорозчинних установках, пересувних бітумозмішувальних агрегатах і т.п.).

Транспортні процеси: доставка будівельних матеріалів, виробів та конструкцій на будівельний майданчик та їх подача безпосередньо до робочих місць.

Монтажно-укладальні процеси здійснюють безпосередньо на споруджуваному об'єкті. За своїм призначенням вони можуть бути основними, що створюють будівельну продукцію (цегляна кладка стін, монтаж конструкцій тощо), підготовчими (підготовка поверхонь до фарбування, укрупнювального збирання конструкцій перед монтажем) і допоміжними (установка риштування, лісів).

Залежно від специфіки технології монтажно-укладальні процеси поділяють на безперервні, коли робочі операції слідує одна за одною, і переривані, що вимагають технологічної перерви між окремими операціями (витримування бетону в опалубці, нанесення шарів штукатурки). За ролі у виробничому циклі монтажно-укладальні процеси відносяться до провідних і суміщають. Процеси, які визначають технологічну послідовність і строки виготовлення будівельної продукції, називаються ведучими, процеси, що їх паралельно з ними, - поєднувати. Суміщення процесів сприяє скороченню тривалості будівництва.

Будівельні процеси розрізняють також за способом трудових дій: ручні, механізовані, комплексно-механізовані і автоматизовані.

За ступенем організаційної складності будівельні процеси поділяють на прості і комплексні (складні).

Простий процес - сукупність технологічно пов'язаних робочих операцій, що виконуються одним і тим же складом виконавців (монтаж фундаментних блоків, забивання палів та ін.).

Комплексний процес - це сукупність простих процесів, які знаходяться в технологічної та організаційної залежності, зв'язані єдністю кінцевої продукції. Наприклад, комплексний процес - зведення монолітного залізобетонного фундаменту - складається з таких простих процесів: встановлення опалубки, монтаж арматури, бетонування, догляд за бетоном.

Будівельні роботи - сукупність будівельних процесів, в результаті яких створюється певний вид будівельної продукції.

Називати їх прийнято по виду перероблених матеріалів (земляні, кам'яні і т.д.); по зводяться конструктивних елементах (пальові, покрівельні і т.д.); по виконуваних процесів (монтажні, транспортні і т.д.). Будівельні роботи підрозділяють на загальнобудівельні (земляні, пальові, кам'яні, бетонні та ін.), Що виконуються загальбудівельними підприємствами (організаціями, фірмами), і спеціальні (сантехнічні, електромонтажні, монтаж технологічного обладнання і т.д.), що виконуються спеціалізованими підприємствами (організаціями, фірмами).

1.2 Сутність інвестицій в організаційно-технологічних рішеннях управління будівельними проектами

Інвестиції в управління будівельними проектами є важливою складовою успішної реалізації будівництва та розвитку інфраструктури. Сутність таких інвестицій полягає в тому, щоб залучити фінансові ресурси для здійснення будівельного проекту з метою отримання прибутку, досягнення стратегічних цілей та забезпечення ефективного управління проектом. Ось деякі аспекти сутності інвестицій в управління будівельними проектами:

1. **Фінансове планування:** Інвестиції в будівельні проекти вимагають визначення фінансових потреб та ресурсів, необхідних для виконання проекту. Це включає в себе розрахунок вартості будівництва, закупівлю матеріалів, найм робочої сили, оплату послуг консультантів тощо.

2. **Ризики та рентабельність:** Інвестори оцінюють потенційні ризики, пов'язані з будівництвом, експлуатацією та здійсненням проекту, а також очікують на відповідний рівень рентабельності. Це важливо для прийняття рішення про вкладення коштів у конкретний проект.

3. **Стратегічне планування:** Інвестиції в управління будівельними проектами також пов'язані з визначенням стратегічних цілей і визначенням, як проект сприятиме досягненню цих цілей. Це може бути покращення інфраструктури, збільшення прибутковості або підвищення конкурентоспроможності.

4. **Управління ресурсами:** Інвестори забезпечують потрібні ресурси для успішної реалізації проекту. Це можуть бути фінансові, людські, матеріальні та технічні ресурси, які використовуються для будівництва, управління проектом та подальшої експлуатації.

5. **Моніторинг та контроль:** Інвестори відіграють важливу роль у моніторингу та контролі за ходом реалізації проекту. Вони відстежують витрати, терміни виконання та якість робіт з метою забезпечення відповідності планам та досягнення цілей проекту.

6. **Диверсифікація ризиків:** Інвестори можуть розглядати декілька будівельних проектів як спосіб розподілу ризиків. Це дозволяє зменшити можливі втрати у разі невдачі одного з проектів.

7. **Подовження життєвого циклу:** Інвестиції також можуть бути спрямовані на підвищення тривалості експлуатації будівель та інфраструктури. Це включає в себе планування регулярного технічного обслуговування, модернізацію та реконструкцію, щоб забезпечити тривалий економічний вплив.

Узагальнюючи, інвестиції в управління будівельними проектами - це процес залучення фінансових ресурсів для успішної реалізації будівельних ініціатив з метою досягнення стратегічних цілей, забезпечення ефективного управління та отримання прибутку.

Впровадження інвестицій в інструментарій організаційно-технологічних рішень управління будівельними проектами означає вкладення фінансових ресурсів у різноманітні методи, технології та процеси, що сприяють більш ефективному та ефективному управлінню проектами будівництва. Це має на меті забезпечити покращену організацію, зниження

ризиків, підвищення продуктивності та досягнення більшого успіху в реалізації будівельних проектів. Ось деякі аспекти впровадження інвестицій в інструментарій організаційно-технологічних рішень управління будівельними проектами:

1. **Будівельні інформаційні системи (БІС):** Це програмне забезпечення та технології, які допомагають управляти різними аспектами проекту, такими як планування, розкладування завдань, вартість, відстеження прогресу тощо. Інвестування в сучасні БІС дозволяє збільшити точність прогнозів, вдосконалити комунікацію між учасниками проекту та знизити ймовірність помилок.

2. **Будівельна інформаційна моделювання (BIM):** BIM - це методологія, яка використовує цифрові моделі для управління всім життєвим циклом будівлі або споруди. Інвестування в BIM дозволяє виявляти конфлікти між елементами будівлі на ранніх етапах проекту, покращує координацію між різними фахівцями та сприяє ефективному використанню ресурсів.

3. **Автоматизація та роботизація:** Інвестування в автоматизацію та використання роботів у будівельних процесах може знизити витрати робочої сили, покращити якість виконання робіт, зменшити трудомісткість та збільшити швидкість будівництва.

4. **Управління ризиками:** Інструменти для аналізу та управління ризиками дозволяють ідентифікувати потенційні проблеми та ризики на ранніх етапах проекту, розробити стратегії зменшення ризиків та виявити плани для управління ними. Це може включати в себе страхування, резервування фінансових ресурсів на випадок непередбачених подій тощо.

5. **Управління комунікаціями:** Інвестування в інструменти для покращення комунікацій між учасниками проекту сприяє зменшенню непорозумінь, покращує співпрацю та забезпечує ефективну передачу інформації.

б. **Зелені технології та стале будівництво:** Інвестування в екологічно чисті технології та практики сприяє зниженню впливу будівництва на довкілля та може забезпечити економію ресурсів у майбутньому.

Загалом, інвестиції в інструментарій організаційно-технологічних рішень управління будівельними проектами сприяють покращенню ефективності, ефективності та рентабельності будівельних проектів, а також допомагають забезпечити досягнення стратегічних цілей.

Управління інвестиціями в будівельних проектах є ключовою діяльністю для забезпечення успішності та ефективності будівництва об'єктів. Цей процес охоплює керування фінансовими ресурсами, плануванням, контролем, оцінкою ризиків та забезпеченням здійснення проекту в межах бюджету та термінів.

Основні етапи управління інвестиціями в будівельних проектах:

1. **Попередні дослідження та аналіз:** На цьому етапі визначають потреби та цілі проекту, проводять технічний та економічний аналіз, вивчають ринкові умови та можливості.

2. **Розробка бізнес-плану:** Створення докладного плану, який включає в себе інвестиційні витрати, прогнози доходів та витрат, а також оцінку ризиків і поверхневий аналіз конкурентного середовища.

3. **Залучення фінансування:** Вибір джерел фінансування для проекту, будь то власні кошти, банківські кредити, інвестори або інші джерела.

4. **Планування і реалізація:** Розробка детального плану проекту, включаючи графік робіт, закупівлю матеріалів, найм робочої сили та контроль за виконанням завдань.

5. **Моніторинг та контроль:** Постійне відстеження прогресу проекту, порівняння фактичних результатів з планом, виявлення відхилень та прийняття корективних заходів.

6. **Управління ризиками:** Ідентифікація потенційних ризиків, їх оцінка та розробка стратегій для зменшення або уникнення негативних наслідків.

7. **Завершення проекту:** Передача готового об'єкта замовнику, а також остаточна оцінка проекту з точки зору вартості, якості та відповідності вимогам.

8. **Оцінка результатів:** Аналіз фінансових показників та результатів проекту, визначення того, наскільки вдалося досягти запланованих цілей та покращити процес управління інвестиціями у майбутньому.

Успішне управління інвестиціями в будівельних проектах вимагає відповідальності, досвіду, системності та здатності працювати з різноманітними факторами, що можуть впливати на проект.

Зважаючи на складність будівельних проектів та значний обсяг інвестицій, додаткова розробка теми управління інвестиціями в будівельних проектах включає в себе наступні аспекти:

9. **Вибір оптимальних стратегій фінансування:** Під час реалізації будівельного проекту необхідно ретельно розглянути різні варіанти фінансування і вибрати оптимальні, з урахуванням вартості капіталу, відсоткових ставок, строків погашення тощо.

10. **Управління стосунками з інвесторами:** У разі залучення зовнішніх інвесторів важливо підтримувати ефективні комунікації, забезпечувати доступ до інформації про стан проекту, ризики та можливі доходи, що сприяє збереженню довіри та підтримку інвесторів.

11. **Оцінка прибутковості і ризиків:** Детальна оцінка потенційних доходів та ризиків дозволяє приймати обґрунтовані рішення стосовно реалізації проекту. Враховуючи невизначеність будівельної галузі, важливо використовувати методики оцінки ризиків та сценарний аналіз.

12. **Оптимізація витрат та ресурсів:** Управління витратами на будівництво та операційні витрати важливо для досягнення ефективності

проекту. Це може включати у себе вдосконалення процесів будівництва, ефективного використання матеріалів та ресурсів.

13. **Забезпечення якості:** Контроль якості будівельних робіт, матеріалів і обладнання є ключовим аспектом. Якісне виконання робіт допомагає уникнути подальших витрат на реконструкцію та ремонт.

14. **Правовий аспект:** Управління інвестиціями вимагає знання правових аспектів, таких як договори з підрядниками, ліцензії, забезпечення відповідності будівельних норм та стандартів.

15. **Управління змінами:** У процесі реалізації будівельного проекту можуть виникати зміни, які потребують адаптації планів. Ефективне управління цими змінами дозволяє уникнути втрат часу та ресурсів.

Усі ці аспекти взаємопов'язані та вимагають системного підходу до управління інвестиціями в будівельних проектах. Правильно налаштований процес дозволяє досягти максимальної вартості та успішності проекту для всіх сторін, включаючи інвесторів, замовників та підрядників.

В умовах розвитку нових економічних відносин особливо актуальним стає проблема розвитку і активізації ринкових механізмів управління капітальним будівництвом, особливо в розрізі організаційно-технологічних умов часових та вартісних обмежень на розподіл капвкладень при виконанні будівельно-монтажних робіт.

Максимальне дотримання організаційно-технологічних умов часових та вартісних обмежень на розподіл капвкладень при виконанні будівельно-монтажних робіт є запорукою ефективної діяльності будівельної організації в умовах ринку інвестора, тобто усі організаційно-технологічні рішення (ОТР) будівельного проекту мають бути спрямовані на задоволення потреб замовника. Оскільки при цьому завдання вибору ефективних ОТР проекту повинні вирішуватися на високому рівні інформаційних і комп'ютерних технологій, отже, таке логічне поняття, як «потреби замовника», має бути чітко визначене і виражене у вигляді кількісного критерію ефективності виробничо-економічної діяльності підрядника по реалізації конкретного

будівельного проекту. Правильно ідентифікувати інтереси інвестора допоможе розуміння того, що для замовника будівельний проект є лише частиною здійснення задуманого ним інвестиційного проекту, мета якого полягає в отриманні запланованого прибутку з мінімальними витратами. Оскільки будь-який інвестиційний проект, а тим більше пов'язаний з будівництвом, має значну інерційність, тобто займає великий відрізок часу, те поняття витрат повинне включати не лише прямі витрати у будівництво, але також і втрати доходності капіталу за період його знаходження в незавершеному будівництві.

Нині існує ряд методик оцінки ефективності інвестиційних будівельних проектів, вони засновані на єдиній методологічній базі і відрізняються в основному умовами застосовності і предметними областями.

Щоб зрозуміти організаційно-технологічних умов часових та вартісних обмежень на розподіл капвкладень при виконанні будівельно-монтажних робіт необхідно розглянути розподіл «Капітальних інвестицій». Схема розподілу інвестицій представлена на рисунку 1.1.

Інвестиції - довгострокові вкладення усіх видів майнових і інтелектуальних цінностей (у вартісному вираженні) в об'єкти підприємницької і інших видів діяльності з метою отримання прибутку або соціального ефекту.

Капітальні інвестиції - інвестиції в основний капітал (основні засоби); інвестиції в інші необоротні матеріальні активи; витрати на капітальний ремонт; інвестиції в нематеріальні активи; інвестиції на формування основного стану.

Інвестиції в основний капітал - витрати на капітальне будівництво і витрати на придбання машин і устаткування без здійснення капітального будівництва. Інвестиції в основний капітал за іншими класифікаційними ознаками, а саме: технологічна структура; відтворювальна структура; структура за джерелами фінансування і по видах економічної діяльності.

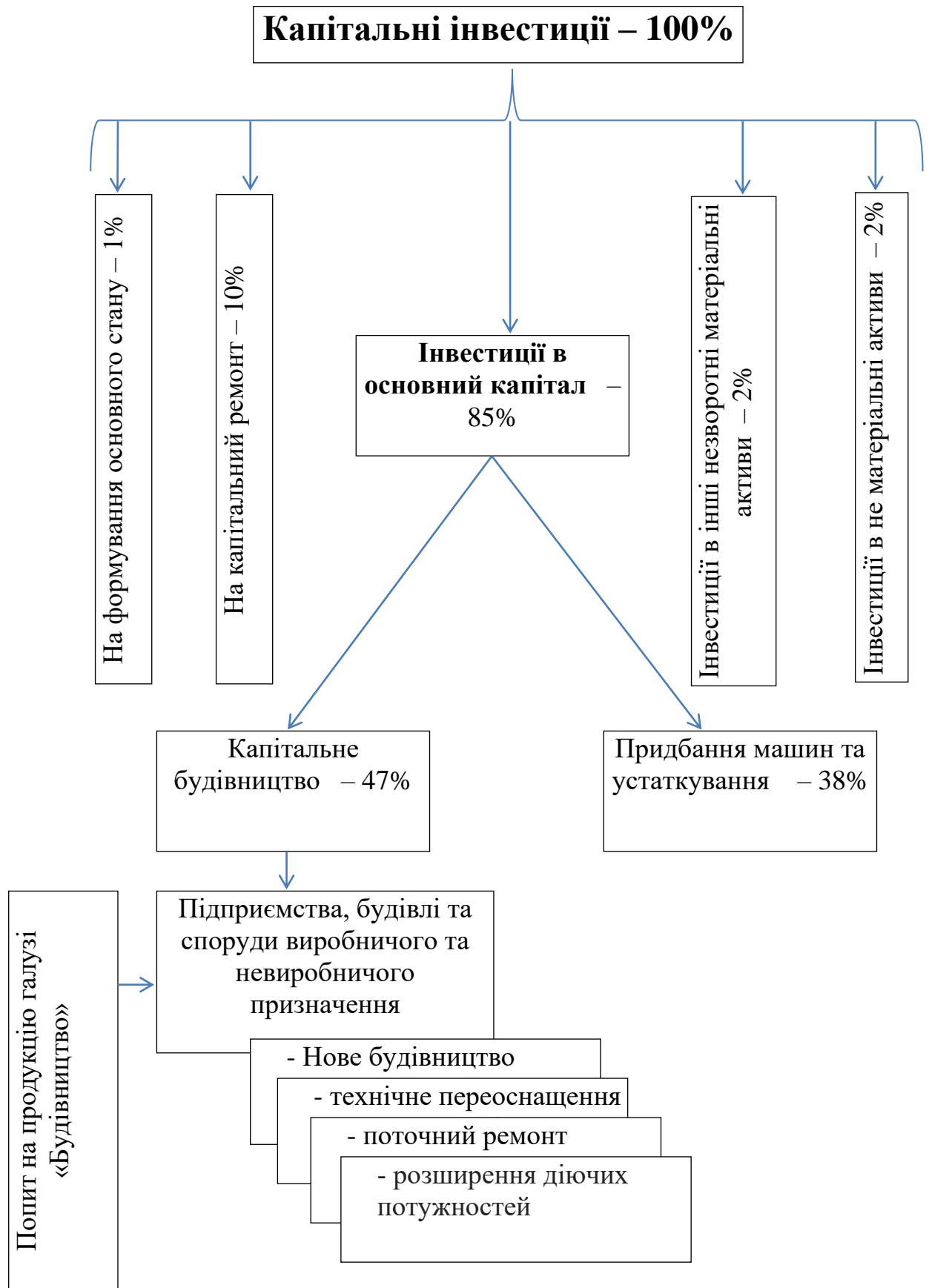


Рисунок 1.1 - Схема розподілу інвестицій

Капітальне будівництво - нове будівництво, включаючи розширення діючих підприємств, будівель і споруд, їх технічна переоснащення і реконструкція, підтримка діючих потужностей.

Інвестиційна діяльність - це сукупність практичних дій фізичних і юридичних осіб по реалізації інвестицій у промисловість, сільське господарство, енергетику, транспорт і інші галузі національної економіки. Як інвестиція інвестор може використати кошти, банківські депозитні внески, акції, облігації, векселі й інші цінні папери, що мають офіційний статус на фондовому ринку, спонукуване та нерухоме майно (будинки та спорудження, машини та механізми), матеріальні цінності, інтелектуальні цінності, закріплені авторськими правами на відкриття, винаходи, ноу-хау, проектні й конструкторські розробки, земельні ділянки й інші природні ресурси, що перебувають у власності інвестора та представляють певну цінність.

Інвестиційна діяльність складається з таких елементів, як розробка інвестиційних намірів, розробка інвестиційного проекту, визначення джерел інвестування й установа договорних відносин, організація будівельної діяльності спорудження об'єкта та забезпечення його функціонування відповідно до вимог проекту.

Джерелами інвестицій можуть бути бюджетні, власні, притягнуті й позикові кошти. З державного бюджету звичайно виділяються кошти для реалізації загальнодержавних великомасштабних програм і проектів. Як основні джерела інвестиційних коштів власника, акціонерного товариства або будь-якого іншого суб'єкта господарської діяльності, насамперед, можуть бути амортизаційні відрахування та прибуток, а також кошти від продажу акцій, кредити банків. Зацікавленість як юридичних, так і фізичних осіб у вкладенні капіталу в певну сферу визначається величиною доходу. Якщо вкладені інвестиції будуть приносити більше високий дохід у порівнянні із вкладеннями коштів в інші сфери, наприклад у комерційні банки, інвестори будуть вкладати свої кошти в сферу розвитку виробництва,

капітальне будівництво. У міру насичення капіталом даного сегмента ринку відбувається перерозподіл інвестицій в інші, більше дохідні області.

В Україні інвестиційна діяльність регулюється системою законів і нормативних актів. Як такі закони виступають Конституція України, Цивільний кодекс України, закони про власність, надра, основи земельного й лісового користування, про підприємства й підприємницьку діяльність, про акціонерів і акціонерні товариства, банках, про оподаткування, зовнішньоекономічну діяльність, митний контроль, про орендні відносини й страхування, про інвестиційну діяльність.

Ефективність інвестицій (Е) визначається співвідношенням результату від вкладень (К) і інвестиційних витрат (В). Для визначення ефективності інвестицій у який-небудь об'єкт або підприємство розробляється інвестиційний проект, у якому дається обґрунтування економічної доцільності, обсягу й строків здійснення капітальних вкладень, у тому числі опис проекту будівельного об'єкта й практичних дій по здійсненню інвестицій (бізнес план).

Ефективність проекту в цілому оцінюється з метою визначення потенційної привабливості проекту для можливих учасників і пошуків джерел фінансування. Показники ефективності проекту в цілому характеризують проектні рішення об'єкта будівельного виробництва з економічної точки зору. Ефективність проекту в цілому включає суспільну соціально-економічну ефективність проекту й комерційну ефективність проекту.

Показники суспільної ефективності розкривають соціально-економічні наслідки здійснення інвестиційного проекту для суспільства в цілому як безпосередні результати й витрати проекту, так і «зовнішні» у суміжних секторах економіки, екології, соціальні й позаекономічні ефекти.

Показники комерційної ефективності проекту відображають фінансові наслідки його здійснення для учасника, що реалізує інвестиційний проект, за умови, що він провадить всі необхідні для реалізації проекту витрати й користується всіма його результатами.

В основу оцінок ефективності інвестиційних проектів покладені наступні основні принципи, застосовні до будь-яких типів проектів незалежно від їх технічних і технологічних рішень, фінансових, галузевих або регіональних особливостей:

- розгляд проекту протягом усього його життєвого циклу від проведення передінвестиційних досліджень до припинення його функціонування;

- моделювання грошових потоків, що включають всі пов'язані зі здійсненням проекту грошові надходження й витрати;

- порівнянність умов здійснення проекту;

- принцип позитивності й максимум ефекту: при порівнянні альтернативних варіантів перевага повинне віддаватися проекту з найбільшим значенням ефекту;

- фактор часу, у тому числі розрив у часі між початком будівництва й введенням в експлуатацію (лаги), нерівноцінність різночасних витрат і інші.;

- облік тільки майбутніх витрат і надходжень. Використовуванні в проекті раніше створені ресурси оцінюються не витратами на їхнє створення, а альтернативною вартістю, що відображає максимальне значення упущеної вигоди;

- порівняння: «із проектом» і «без проекту»;

- облік усіх найбільш істотних наслідків проекту, наявності різних учасників проекту, впливу оборотного капіталу, інфляції, невизначеностей і ризиків.

- Процес формування й використання інвестиційних ресурсів охоплює певний період, що прийнято називати інвестиційним циклом. Якщо розглядати реальні інвестиції, то він включає наступні етапи: наукові розробки; проектування; будівництво; освоєння. Його можна представити наступною схемою - Структура інвестиційного циклу в будівництві.

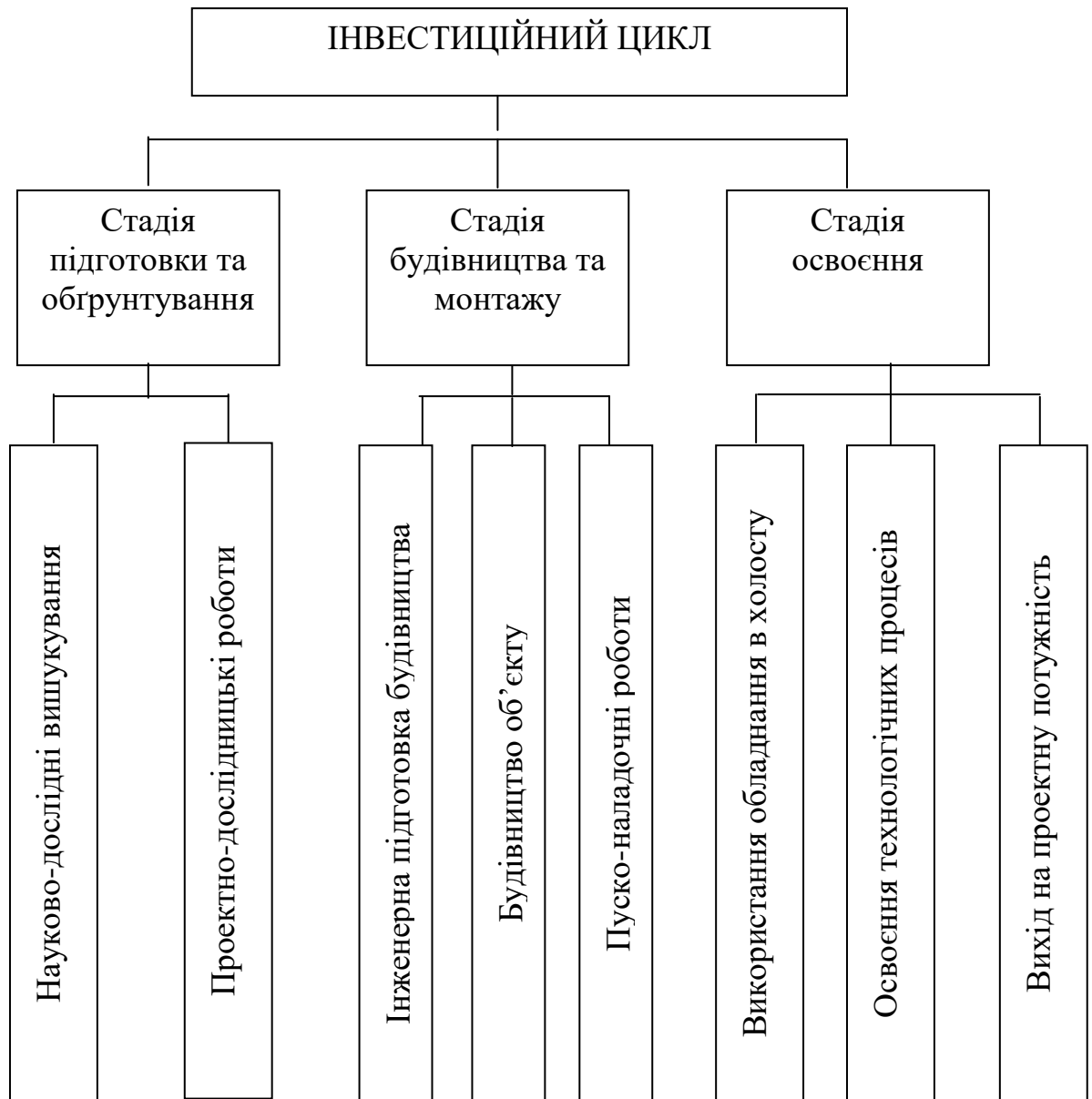


Рисунок 1.2 – Структура інвестиційного циклу в будівництві

1.3 Методика оцінки проектування будівельних процесів

Зупинимося більш детально на методиці формування, аналізу, оцінки і вибору варіантів організаційно-технологічних рішень. Блок-схема, що відображає послідовність етапів методики:

Етап 1. Збір, аналіз та групування початкових даних.

Технолог, приступаючи до розробки ОТР, має справу з уже прийнятими проектними рішеннями об'єкта. Це означає, що відомі призначення будівлі або споруди, архітектурно-планувальні рішення, основні геометричні розміри, конфігурація, конструктивні рішення (тип основи, фундаменту, склад збірних елементів, наявність монолітних ділянок, тип гідроізоляції тощо).

В цей час вже відомо розташування будівельного майданчика, основні умови і параметри, що характеризують їх особливості.

На даному етапі визначені будівельні організації, які будуть брати участь у будівництві об'єкта, що дозволяє мати уявлення про людських і матеріально-технічних ресурсах, а також про можливі обмеження на їх використання.

В результаті наявної інформації проводиться групування вихідних даних:

- основні директивні дані (терміни, вартість, черговість);

- параметри, конструкції підземної частини;

- умови виробництва робіт;

- параметри технічних засобів, які можуть бути використані у будівництві;

- параметри та характеристики будівельних матеріалів, напівфабрикатів, використовуваних у зведенні конструкції, способи їх транспортування і застосування;

- склад підготовчих робіт, вже виконаних які необхідно виконати.

Етап 2. Горизонтальне розчленування будівельного технологічного процесу.

СТП розчленовується на комплексно-механізовані технологічні процеси щодо виконання окремих видів будівельних робіт: КМТП1, КМТП, ..., КМТПП. Найбільш характерними КМТП при влаштуванні підземної частини є виробництво робіт: земляних, зварювальних, залізобетонних, монтажних, гідроізоляційних.

Етап 3. Аналіз і розробка елементів КМТП.

Для кожного з виділених КМТП виконують попередній аналіз розробляють основні елементи, тобто визначають тип конструкції, вживані матеріали і вироби, склад робіт по створенню конструкції, можливі технічні засоби для виконання робіт, умови виробництва робіт, що впливають на виконання даного комплексного процесу, основні часові параметри, що відносяться до її основні параметри - геометричні розміри, конфігурація, просторова форма, склад, геометричні і вагові параметри, збірних елементів, виробів, деталей, способи їх з'єднання та закріплення, характеристики «Р.применяемых матерцалов, способи їх. переробки і укладання в конструкцію. Тут же здійснюється, структуризація конструкції, поділ її на окремі частини по структурних і технологічних ознаками, проводиться формалізація структури конструкції та подання її у вигляді графової моделі;

Етап 5. Вертикальне розчленування СТП.

Проводиться вертикальне розчленування кожного КМТП, або формування структури комплексного технологічного процесу $\{P\}$. Для цього користуються переліками процесів і операцій, які входять до складу узагальненого комплексного процесу даного виду будівельних робіт, вибираючи з них потрібні відповідно до інформації, отриманої на попередніх етапах.

В рамках даного етапу проводиться вибір провідних процесів, виконання яких становить основний зміст комплексного процесу, наприклад, розробка ґрунту, занурення паль, укладання бетонної суміші і т. д. Число варіантів збільшується, так як для кожного варіанту структури конструкції може бути запропонований один або кілька варіантів структури комплексного процесу.

Етап 6. Вибір провідної технології.

Для реалізації призначених провідних процесів з урахуванням умов виробництва робіт та інших факторів обирають технічні засоби поки без урахування їх технічних параметрів і конкретних марок, тобто вибирають

«провідну технологію» (ВТ)-тип машини, механізму, устаткування, який у чому впливає на вибір технічних засобів, зайнятих на допоміжних процесах і операціях. Для кожного з провідних процесів може бути вибрано кілька ВТ, що викликає збільшення числа розглянутих варіантів.

Етап 7. Формування опорних варіантів організаційно-технологічної структури КМТП.

Опорний варіант являє собою схему технологічної взаємозв'язки процесів і операцій, для яких ще не визначені тимчасові параметри (тривалість, моменти початку та закінчення, технологічні та організаційні перерви). Це - технологічна модель КМТП. В основі побудови опорного варіанту ОТС лежить фазну-блочний метод (ФБМ). Цей метод полягає в тому, що комплексний технологічний процес поділяється на групи окремих процесів і операцій-блоків, в яких здійснюється порівняно закінчений технологічний цикл. Наприклад, у земляних роботах це блок підготовчих процесів, блок процесів, вироблених за розробці і транспортуванні ґрунту (блок розробки), блок процесів, вироблюваних при укладанні ґрунту в насипу (блок укладання), блок зворотного засипки. У залізобетонних роботах - блок пристрою опалубки, блок монтажу арматури, блок укладання бетонної суміші та ін. В кожному з КМТП може бути виділено провідний блок процесів.

Фазами всередині блоків є співвідношення двох процесів у часі. Фази не містять конкретних строків і обсягів, а відображають/Технологічну взаємозв'язок двох процесів. В залежності від співвідношення моментів часу закінчення або початку двох процесів може бути виділено дев'ять типів фаз.

Для складання опорних варіантів ОТС можуть використовуватися типізовані технологічні схеми (ТТС), що представляють собою моделі комплексних процесів, заздалегідь розроблені з допомогою ФБМ для цілого ряду ситуацій, виникають на будівництві об'єкта при зведенні його різних частин. Розроблені ТТС для різних видів будівельних робіт і об'єктів-представників доцільно зводити в альбоми і користуватися ними при

виробленні організаційно-технологічних рішень в тому числі з допомогою ЕОМ. Етап 8. Розрахунок варіантів організаційно-технологічної структури.

Кожен з опорних варіантів ОТС (типизированной технологічної схеми) включає в себе:

список операцій (процесів), які необхідно виконувати;

типи машин і механізмів, використання яких можливе на даних операціях, включаючи і провідну технологію.

Розрахунок варіантів ОТС ведеться на основі принципів потокової організації робіт. Для цього, використовуючи результати етапу 4, на якому виконаний аналіз конструкції КМТП і її розчленування на структурні частини, проводиться їх членування на захватки по організаційним ознакам. Число і розміри захваток визначаються з розрахунку можливості паралельного виконання процесів і операцій комплексного процесу створення конструкції. Визначається обсяг робіт по кожному з процесів V_{iu} в тому числі, на кожен з захваток IV Різноманітність типів і - марок машин наявних у розпорядженні, ще більш збільшує число можливих варіантів рішень з виробництва робіт на об'єкті.

Намітивши" варіанти поділу конструкції на захватки, визначивши їх кількість і розміри, обсяги робіт по залісненню, інтенсивності їх виконання, прийнявши кілька варіантів марок машин і механізмів визначають проектні витрати часу на виконання робіт

Етап 9. Розрахунок показників ефективності.

Кожен з варіантів оцінюється одним або кількома критеріями, про які говорилося вище. Це може бути собівартість робіт, трудомісткість їх виконання, тривалість, приведені витрати.

На заключному 10-му етапі ОПР приймається рішення про вибір остаточного варіанта з урахуванням можливості його реалізації в конкретних умовах виробництва робіт.

Наведена методика варіантного проектування передбачає можливість використання ЕОМ, у тому числі в діалоговому режимі.

Розглянемо застосування основних положень методики варіантного проектування на прикладі зведення підземної частини будівлі.

На першому етапі встановлюємо, що підземна частина адміністративної будівлі використовується в якості підвалу. Стіни підвалу монолітного залізобетону, внутрішній каркас з збірних залізобетонних елементів, фундаменти під стіни - стрічкові монолітні, під колони - монолітні підстаканники. По осі у місцях установки колон влаштовуються пальові основи з куців паль по 4 палі в кожному. Плити перекриття підвалу зі збірного залізобетону. Котлован розробляється в ґрунті III категорії - суглинку. Рівень ґрунтових вод набагато нижче відміток котловану. Роботи ведуться в літній час будівельною організацією, яка має у своєму розпорядженні робітників потрібних спеціальностей та основні марки будівельної техніки. Відома загальна тривалість зведення підземної частини.

Зробимо горизонтальне розчленування будівельного технологічного процесу влаштування підземної частини на складові комплексно-технологічні процеси: КМТП виробництва земляних робіт; бетонних робіт; пальових робіт; монтажних робіт; гідроізоляційних робіт.

При переході до етапу розрахунку варіантів організаційно-технологічної структури необхідно розробити графову (сітьову) модель зведення будівлі (рис. 1.3).

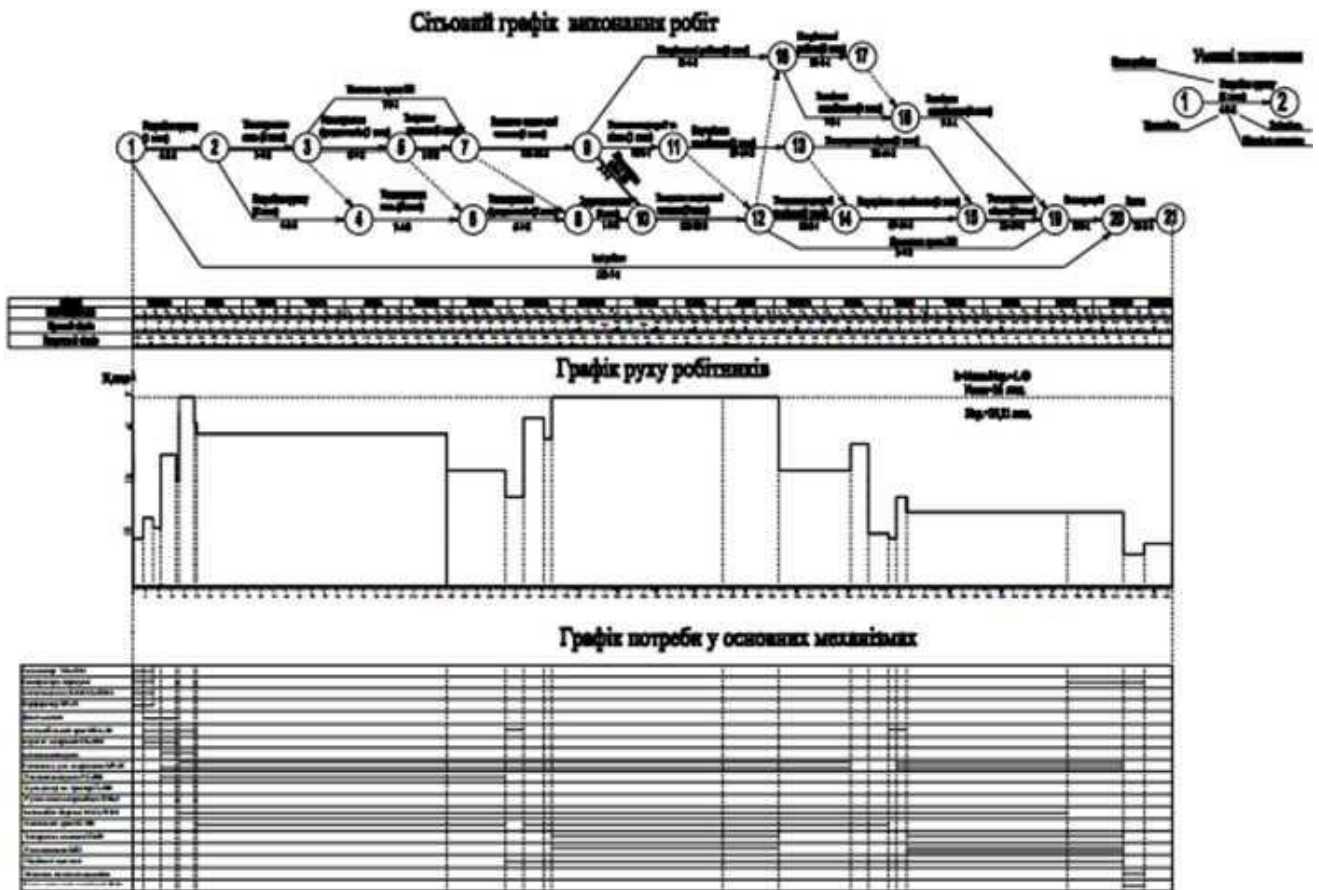


Рисунок 1.3 – Мережева(Сітьова) модель зведення будівлі

Вершини графа представляють собою захватки, на які розбита будівля. Для одного з варіантів виберемо марки машин, число робітників, зайнятих на виконанні тих чи інших процесів, визначимо витрати часу і тривалість кожного процесу.

З графіків видно, що загальний термін будівництва становить 403 дня, але для того, щоб його витримати в певні моменти, одночасно потрібні 4 екскаватора, 4 автобетонозмішувачів, 2 монтажних крана, 16 плотників, 24 арматурщика, 28 бетонників. Приведені витрати при такому варіанті ОТС складуть величину, яку умовно приймемо за 1. Теоретично . виконання такого варіанту здійснено.

Однак звернемося до обмежень, які накладені на можливе використання ресурсів (машин і людей). Вони становлять: 1 екскаватор, 1

молот, 1 автобетонозмішувач, 1 кран, 8 теслярів, 12 арматурників, 10 бетонників.

Перебудовуючи графік, отримуючи інші варіанти ОТС, з урахуванням зазначених, а також можливих інших обмежень, оцінюючи їх за допомогою прийнятого критерію або кількох критеріїв (у тому числі загальна тривалість виконання робіт), можна отримати оптимальний або найбільш доцільний у конкретних умовах виробництва робіт варіант.

Графіки тривалості і потреби ресурсів ще для одного з варіантів. Тут термін роботи виробництва зріс до 380 дня, але при цьому наведені витрати складають 0,66 (по відношенню до першого варіанту, прийнятого за 1).

У наведених календарних графіках показано тільки тимчасова сітка (по змінах). Неважко прив'язати її до календарної в днях, з урахуванням вихідних, святкових днів, змінності ведення робіт та інших реальних факторів, що впливають на фактичну тривалість виконання робіт.

Виконувати вручну побудови, аналіз та оцінку варіантів з до зазначеної методики, - процес тривалий і трудомісткий, якщо врахувати, що кількість робіт може бути набагато більшим, більш дрібним, може бути дроблення на ділянки і захватки.

Тому дану роботу найбільш ефективно і зручно проводити за допомогою спеціально розробленої стандартної програми з застосуванням інтерактивних методів, реалізованих на ЕОМ (зокрема, персонального типу). В цьому випадку весь процес варіантного проектування ведеться в діалоговому режимі, де технолог може реалізувати та апробувати численні варіанти загальних чи приватних рішень, дати їм оцінку і вибрати найбільш прийнятний варіант. В даний час такі програми вже існують і отримують застосування в системі проектування технології та організації будівельного виробництва.

Вивчення будівельних проектів базується на розумінні основної ідеї яка полягає в діяльності щодо управління ресурсами, застосування нових технологій управління, використовуючи сучасний інструментарій (методи,

методики, моделі) - все це здійснює людина (експерти), починаючи з давніх часів економічного розвитку суспільства.

Застосування методів управління проектами є одним з основних напрямів оптимізації організаційно-технологічних рішень забезпечення конкурентної спроможності будівельних проектів в умовах трансформації ринку з використанням принципу системотехніки та інформаційних технологій зведення будівель і споруд.

Вивчення будівельних проектів базується на розумінні основної ідеї яка полягає в діяльності щодо управління ресурсами, застосування нових технологій управління, використовуючи сучасний інструментарій (методи, методики, моделі) - все це здійснює людина (експерти), починаючи з давніх часів економічного розвитку суспільства. При цьому особливе значення має планування організаційно-технологічних заходів, що визначають порядок фінансування та забезпечення будівництва матеріальними і трудовими ресурсами, розробка відповідних проектних завдань та документації, що визначає організаційно-технічні умови діяльності всіх підрозділів будівельної організації - умови, які необхідні для раціонального використання матеріально-технічних, фінансових і трудових ресурсів і своєчасного завершення будівельних робіт.

Суттєвий вплив організаційних і технологічних факторів на ефективність прийняття управлінських рішень можна розглядати на основі взаємопов'язаних елементів системи організації і технології будівництва.

Будівельний процес починається з підготовки до будівництва, включає етапи виконання комплексів технологічно закінчених робіт при будівництві будівель і споруд, процеси забезпечення фінансами, матеріальними ресурсами, технологічним обладнанням, транспортом та будівельними машинами, забезпечення якості будівельної продукції з урахуванням вимог екології, пожежної безпеки та інші. Цей процес передбачає управління, завдання якого - при мінімальних затратах ресурсів досягти високих техніко-економічних результатів.

Організація будівельного виробництва повинна забезпечувати цілеспрямованість всіх організаційних, технічних і технологічних рішень на досягнення кінцевого результату - введення в дію об'єкта з необхідною якістю і в установлені терміни.

Організаційно-технологічні умови ґрунтуються не лише на організаційних і технологічних процесах, але і враховують фінансові можливості учасників будівельного проекту, які характеризуються здатністю освоювати грошові кошти, виділені на відповідні етапи будівництва, враховуючи їх різну інтенсивність, яка визначається кількістю і якістю використовуваних трудових ресурсів та виробничих потужностей.

Тому однією з найважливіших сфер діяльності будівельних організацій є інвестиційні операції, які пов'язані з вкладенням коштів в реалізацію будівельних проектів, які забезпечуватимуть отримання вигод протягом певного періоду. Але перш ніж вкладати кошти в інвестиційний будівельний проект, слід оцінити його ефективність. Отримання прибутку є тимчасовим віддаленням результатів від витрат.

Так як основною метою будівельних організацій є отримання прибутку від реалізації проекту, то слід розглянути оцінку ефективності інвестиційних проектів, у розрізі системи показників, основними з яких є: інтегральний ефект, або чистий дисконтований доход, чистий доход, внутрішня норма прибутковості; потреба в додатковому фінансуванні; індекс прибутковості витрат і інвестицій, строк окупності.

Інтегральний ефект (\mathcal{E}_u) являє собою суму дисконтованих за розрахунковий період різниць припливів (результатів) і відтоків (витрат і інвестиційних вкладень) готівки, наведених до одного, звичайно початкового року:

$$\mathcal{E}_u = \sum_{t=1}^{T_p} (R_t - Z_t - K_t) \cdot \eta_t \quad (1.1)$$

де R_t — результат в t -й рік; Z_t — щорічні витрати в t -й рік; K_t — інвестиції в t -й рік; η_t — коефіцієнт дисконтування; T — розрахунковий період.

Величина коефіцієнта дисконтування (η_t) при постійній нормі дисконту (E) визначається вираженням:

$$\eta_t = \frac{1}{(1 + E_k)^t} \quad (1.2)$$

При мінливій у часі нормі дисконту:

$$\eta_t = \frac{1}{\sum_{k=1}^t (1 + E_k)^t} \quad (1.3)$$

де E_k — норма дисконту в k -й рік.

Інтегральний ефект має також інші назви: чистий дисконтований доход (ЧДД), чиста наведена (або чиста сучасна) вартість, Net Present Value (NPV), чистий ефект.

На підприємствах капітального будівництва як економічний результат (R_t) розуміється виторг від реалізації будівельної або іншої продукції, а також від надання різного виду послуг.

Витрати (Z_t) при визначенні показників ефективності інвестицій враховують поточні витрати (без амортизації), податки й інші неінвестиційні витрати.

В окремих випадках, коли різниця в часі інвестиційних вкладень, витрат і результатів незначна, як показник ефективності може використатися поняття чистого доходу.

Чистий доход (Ξ) являє собою суму припливів і відтоків готівки за розрахунковий період:

$$\mathcal{E} = \sum_{t=1}^{T_p} (R_t - Z_t - K_t) \quad (1.4)$$

Іншим показником ефективності інвестицій може служити *індекс прибутковості інвестицій* (\mathcal{E}_k), обумовлений як відношення суми дисконтованої різниці результату та витрат до величини дисконтованих капітальних вкладень. Якщо капітальні вкладення здійснюються за багаторічний період, то вони також повинні братися у вигляді дисконтованої суми. У загальному випадку індекс прибутковості інвестиційних вкладень визначається залежністю:

$$\mathcal{E}_k = \frac{\sum_{t=1}^{T_p} (R_t - Z_t) \cdot \eta_t}{\sum_{t=1}^{T_p} K_t \cdot \eta_t} \quad (1.5)$$

Індекс прибутковості інвестицій ідентичний показникам, що мають наступні назви: індекс прибутковості, Profitability Index (*PI*), індекс рентабельності.

Індекс прибутковості інвестиційних вкладень тісно пов'язаний з інтегральним ефектом. Якщо інтегральний ефект інвестицій (\mathcal{E}_n) позитивний, то індекс прибутковості $\mathcal{E}_k > 1$, і навпаки. При $\mathcal{E}_k > 1$ інвестиційний проект вважається економічно ефективним. У протилежному випадку ($\mathcal{E}_k < 1$) проект неефективний.

Внутрішня норма прибутковості інвестицій (*E*) являє собою ту норму дисконту, при якій сумарна величина дисконтованої різниці результату й витрат дорівнює сумі дисконтованих капітальних вкладень за той же період. Внутрішню норму прибутковості інвестицій знаходять шляхом рішення рівняння:

$$\sum_{t=1}^{T_p} (R_t - Z_t) \cdot (1 + E)^{-t} = \sum_{t=1}^{T_p} K_t \cdot (1 + E)^{-t} \quad (1.6)$$

Показник внутрішньої норми прибутковості (ВНП) має також інші назви: внутрішня норма прибутку, внутрішня норма повернення інвестицій, Internal Rate of Return — (IRE). Одержувану розрахункову величину E порівнюють із необхідної інвестором. Питання про прийняття інвестиційного проекту може розглядатися, якщо значення E не менше необхідної інвестором величини.

Строк окупності інвестицій (T) — часовий період від початку реалізації проекту (payback period), за який капітальні вкладення покриваються сумарною різницею результатів і витрат. Строк окупності інвестицій іноді називають строком відшкодування або повернення витрат. Розрізняють дисконтований і недисконтований строки окупності інвестицій.

Строк окупності, що визначається з урахування методу дисконтування, - це мінімальний часовий інтервал від початку здійснення проекту, за межами якого інтегральний ефект стає у подальшому невід'ємним, тобто за період, починаючи з якого первісні вкладення та інші витрати, пов'язані з інвестиційним проектом, покриваються сумарними результатами його здійснення. Дисконтований строк окупності інвестицій розраховується за формулою:

$$\sum_{t=1}^{T_p} (R_t - Z_t - K_t) \cdot (1 + E)^{-t} = 0 \quad (1.7)$$

Визначення строку окупності проекту на базі недисконтних доходів застосовується при необхідності швидкої оцінки при виборі альтернативних проектів, він не враховує фактор часу. Недисконтований строк окупності інвестицій розраховується за формулою:

$$\sum_{t=1}^{T_p} (R_t - Z_t - K_t) = 0 \quad (1.8)$$

У зв'язку з вищевикладеним можна зробити висновок, що замовник зацікавлений в отриманні ефективних результатів. Це говорить про доцільність вибору ЧДД від реалізації інвестиційного проекту в якості показника, що характеризує інтереси інвестора (замовника).

Враховуючи інтереси замовника, будівельна організація при плануванні ОТР по зведенню об'єктів повинна мінімізувати дисконтовану вартість будівництва при заданій замовником тривалості.

$$B_{disc} = \sum_{t=0}^{T_3} \frac{\Delta Z_t}{(1 + E_1)^t} \rightarrow \min \quad (2.2)$$

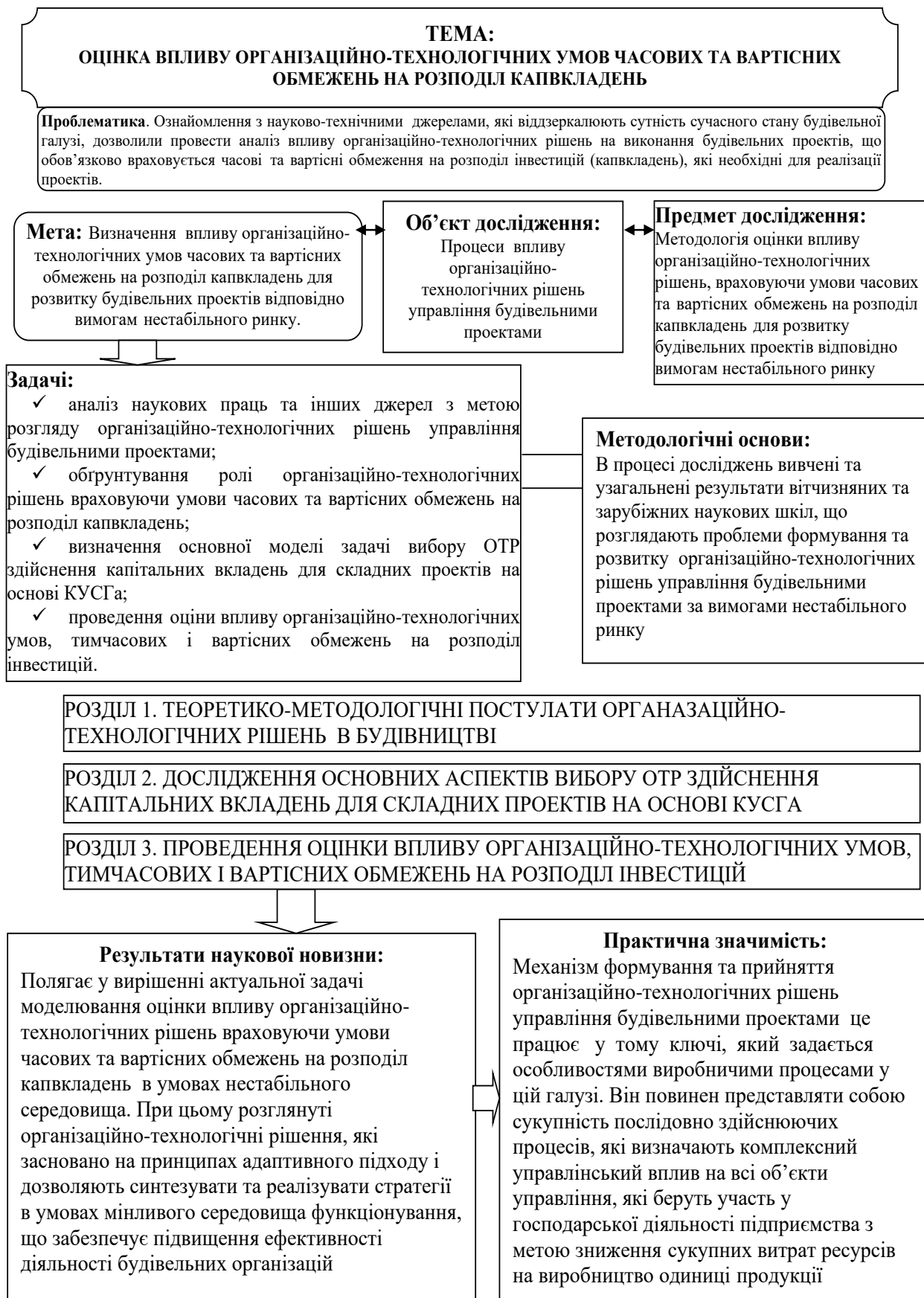
де T_3 – фактична (задана замовником) тривалість будівництва;

ΔZ_t – величина витрат на виконання будівельних робіт за час t ;

T - фактична тривалість будівництва.

Дисконтована вартість будівництва показує той розмір коштів, що знаходяться в обороті з ефективністю E_1 , який потрібний замовникові для реалізації будівельного проекту.

Структурно-логічна схема дослідження



2. ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ АСПЕКТІВ ВИБОРУ ОТП ЗДІЙСНЕННЯ КАПІТАЛЬНИХ ВКЛАДЕНЬ ДЛЯ СКЛАДНИХ ПРОЕКТІВ НА ОСНОВІ КУСГА

2.1 Модель задачі вибору ОТП здійснення капітальних вкладень для складних проектів на основі КУСГа

При проектуванні ОТП в розділі організації виробництва на стадії розробки технічного проекту для складних об'єктів потрібно обґрунтувати терміни реалізації комплексу з урахуванням конкретних умов зведення, які визначаються організаційно-технологічними обмеженнями і загальними вимогами замовника, згідно яким тривалість реалізації всього комплексу не повинна перевищувати критичний шлях.

В основу вибору ОТП на ранній стадії проектування слід покласти умови, що враховують реальну можливість отримання результату із заданою вірогідністю і в задані терміни. Терміни освоєння інвестицій приймалися, згідно [19], у складі ПОБа як першій стадії опрацювання підготовки виробництва, де в його структурі розроблявся КУСГ, що визначає порядок і послідовність виконання комплексу робіт. При цьому потрібно, щоб отриманий термін в результаті опрацювання рішень задовольняв замовника.

Практика реалізації складних проектів показала, що інвестори зазвичай не видають завдання на багатоваріантне опрацювання КУСГа, а проектні організації цю роботу не виконують, оскільки відсутні фінансування і можливості. Тому вибір календарних термінів реалізації комплексу робіт на стадії прогнозу не проводиться, що не враховує організаційно-технологічних особливостей проектів, що реалізуються, і призводить до зниження ефективності освоєння інвестицій.

Вибір календарних термінів зведення комплексу, освоєння протягом цих термінів капітальних вкладень, обґрунтування надійності і ризику ОТР слід розглядати як ітеративний процес і здійснювати у декілька етапів.

Згідно ДБН А.3.1-5-16, для моделювання зведення крупних комплексів використовуються КУСГи, і на їх основі проводиться вибір варіанту освоєння інвестицій з урахуванням як витрат на зведення окремих частин, так і випуску товарної продукції і отримання доходів.

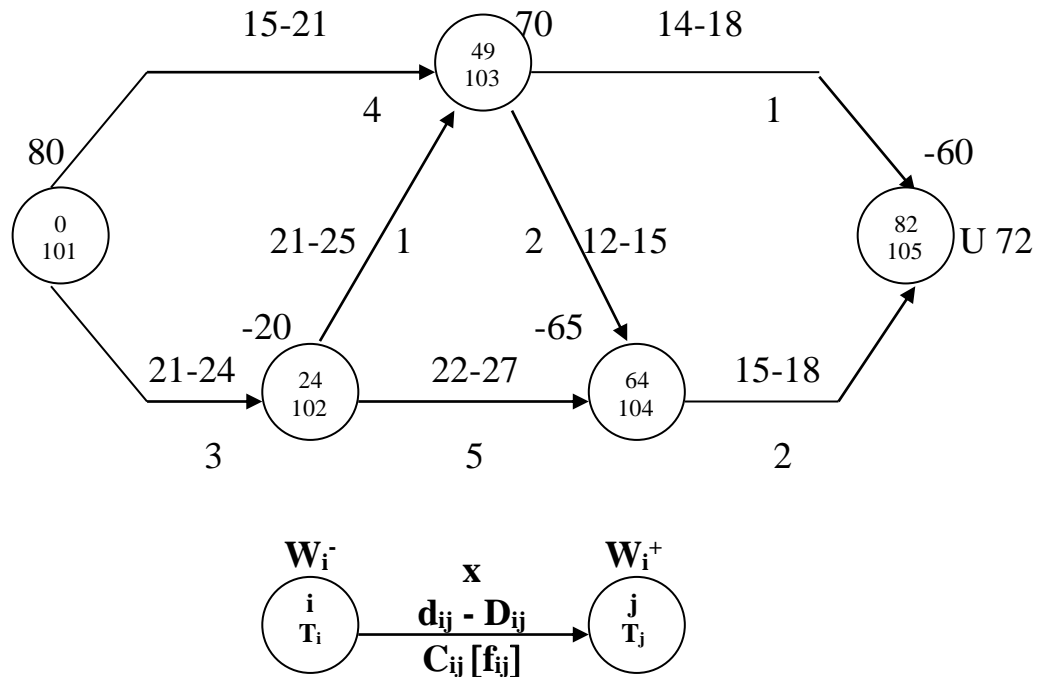
Проста різниця витрат і доходів не може служити прийнятним критерієм оцінки ОТР, оскільки вони відповідають різним періодам часу, і їх слід привести в зіставний вигляд. Проте різниця між витратами і доходами, як указувалося раніше, дисконтована по нормі приведення, може бути використана як критерій на етапі розробки ПОБа і обґрунтування витрат і термінів.

Нехай КУСГ – граф $G(U, A)$ з безліччю вузлів (подій) і операцій, що мають тривалість τ_{ij} . Частини подій відповідають величині вкладень W_i^- (знак мінус означає витрати), моменти здійснення яких співпадають з T_i^- – раннім терміном звершення i -ої події або доходу (прибутки) W_i^+ , вимірюваною в тих же одиницях, що і капітальні витрати, причому терміни отримання її також співпадають з T_i .

Якщо капвкладення або отримання прибутку проводяться безперервно протягом певного проміжку часу, то ці величини приводяться по відповідних формулах до необхідного моменту цього терміну (наприклад, початковому) і вважаються одноразовими.

Приклад моделі комплексу із заданими на ній необхідними параметрами показаний на рис. 2.1.

Цифри в кружках указують номери подій і ранні терміни їх звершення при $\tau_{ij} = D_{ij}$. Числа на стрілках – тривалість операцій, прискорена і нормальна. Позитивні числа поряд з подіями позначають величини капітальних вкладень, відповідних цим подіям, негативні числа – величини прибутків (поміняли знаки).



i, j – номери подій, $T_{i(j)}$ – ранній термін звершення $i(j)$; D_{ij}, d_{ij} – відповідно тривалість виконання операцій (i, j) при нормальній і прискореній реалізації; C_{ij} – "ціна" скорочення операції (i, j) ; f_{ij} – потік по дузі (i, j) ; X_{ij} – невідомі режими виробництва (слід визначити)

Рисунок 2.1 - Сітьова модель задачі вибору варіанту

Позначимо через W_i величину $W_i^- - W_i^+$, тоді, використовуючи звичайні формули безперервного дисконтування, можна записати цільову функцію задачі вибору варіанту капітальних вкладень:

$$W(T_1, T_2, \dots, T_n) = \sum W_i \exp(-\alpha T_i), \quad (2.1)$$

де α – коефіцієнт приведення $\alpha = 0,08$. Задача полягає в мінімізації функції (1.1) при обмеженнях

$$T_1 = 0, T_i - T_j \leq -\tau_{ij} \text{ або } T_j - T_i \geq \tau_{ij}. \quad (2.2)$$

Для приведенного прикладу задачі вибору варіанту капітальних вкладень має вигляд:

мінімізувати цільову функцію

$$W(T) = -20 \exp(-0,08 T_2) + 70 \exp(-0,08 T_3) - 65 \exp(-0,08 T_4) -$$

$$- 60 \exp(-0,08 T_5)$$

при обмеженнях

$$T_1 - T_2 \leq -\tau_{12}, T_1 - T_3 \leq -\tau_{13}, T_2 - T_3 \leq -\tau_{23}, T_2 - T_4 \leq -\tau_{24},$$

$$T_3 - T_4 \leq -\tau_{34}, T_3 - T_5 \leq -\tau_{35}, T_4 - T_5 \leq -\tau_{45}.$$

Обмеження лінійні, а цільова функція хоча і нелінійна, але має простий вигляд. Вона отримана на основі співвідношення приведення:

$$W = W_T / (1 + \alpha)^T = W_i \exp(-\alpha T_i) \rightarrow \min.$$

Диференціюючи W двічі по T_i , отримаємо:

$$\frac{d^2W}{dT^2} = \alpha^2 W_i \exp(-\alpha T_i),$$

звідки виходить, що W зростає по тих T_i , для яких $W_i < 0$, $W_i^- < W_i^+$, і убыває для $W_i > 0$, тобто $W_i^- > W_i^+$.

Як видно, в задачі слід визначити вектор календарних термінів звершення подій $T = (T_1, \dots, T_n)$, що те ж саме $\tau = (\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n)$ – вектор тривалості операцій.

Метод рішення задачі, запропонований в [10], заснований на послідовному обчисленні вектора-термінів звершення подій для серії задач ЛП з обмеженнями (2.2), де цільова функція з точністю до постійної представляє лінійну частину розкладання виразу (2.1) в ряд Тейлора в околицях рішення попередньої задачі:

$$W = \sum W_i \exp(-\alpha T_i); a = T_i^1; x = T_i; f(a) = f(T_i^1) = \sum W_i \exp(-\alpha T_i^1);$$

$$f^1(a) = \sum W_i (-\alpha) \exp(-\alpha T_i^1);$$

$$W(T_1, \dots, T_n) = \sum W_i \exp(-\alpha T_i^1) + [\sum W_i (-\alpha) \exp(-\alpha T_i^1)] (T_i - T_i^1). \quad (2.3)$$

$$\text{Перетворюючи (1.3) і позначивши } W_i^1 = W_i \exp(-\alpha T_i^1), \quad (2.4)$$

$$\text{отримаємо } W(T_1, \dots, T_n) = \sum W_i^1 + \sum T_i^1 \alpha W_i^1 - \sum T_i \alpha W_i^1 \rightarrow \min \quad (2.5)$$

У (2.5) перших два доданків постійні, і замість задачі мінімізації початкової цільової функції маємо:

$$W(T_1, T_n) = -\sum T_i \alpha W_i^1 \rightarrow \min \quad (2.6)$$

при обмеженнях (2.2).

Один з недоліків приведеного методу полягає в тому, що неможливо заздалегідь оцінити близькість початкового рішення до оптимального, а ітеративність залежить від цієї обставини. Визначення $T = (T_1, \dots, T_n)$ без урахування і прив'язки результату вирішення до організаційно-технологічних обмежень комплексу $(d_{ij} - D_{ij})$ $(i, j) \in A$, $d_{ij} \leq x_{ij} \leq D_{ij}$ і, як правило, обмеження на дотримання заданого терміну $(-T_1 + T_n) \leq T_3$ роблять задачу неповною, тобто вона не враховує найістотніші особливості зведення, що визначаються організаційно-технологічними умовами. Приведені обставини змінюють задачу, вони її ускладнюють, але цим наближають до реальних умов зведення.

Переформулюємо задачу (2.6). Максимізувати цільову функцію

$$W(T_1, \dots, T_n) = \sum \alpha W_i^{-1} T_i \rightarrow \max \quad (2.7)$$

при обмеженнях (2.2), де $W_i^{-1} = W_i \exp(-\alpha T_i^{-1})$.

Задача, подвійна до (2.7), має вид потокової задачі, а алгоритм визначення оптимального потоку володіє значними перевагами в обчислювальному відношенні і має ясну економічну інтерпретацію [2, 16, 17, 18, 52].

Двоїста задача має вигляд:

мінімізувати цільову функцію

$$L(f) = \sum -f_{ij} \tau_{ij} \rightarrow \min \quad (2.8)$$

за умови, що $\sum f_{ij} \geq \alpha W_i^{-1}$, $f_{ij} \geq 0$, (2.9)

де f_{ij} вектор двоїстої змінної (або фінансовий потік по дузі).

У стандартній формі $L(f) = \sum f_{ij} \tau_{ij} \rightarrow \max$ (2.10)

за умови $\sum f_{ij} \leq -\alpha W_i^{-1}$, $f_{ij} \geq 0$. (2.11)

Задача полягає у визначенні невідомих T_i , що максимізують (2.7). Рішення можна отримати симплекс-методом як універсальною процедурою. Проте тут підстерігають непереборні труднощі приведення задачі до канонічного вигляду, що дозволяє використовувати процедуру. Природа

задачі в сітвовій структурі (вона лінійна) має особливості, без урахування яких труднощі стандартизації непереборні.

Тут слід зазначити, що введення в задачу організаційно-технологічних умов типу $(d_{ij} - D_{ij})$ породжує двосторонність обмежень, тобто $d_{ij} \leq X_{ij} = \tau_{ij} \leq D_{ij}$, що ускладнює і так непросту задачу.

Як указувалося раніше, тут використовується поетапність рішення, при цьому задача не виходить за рамки потокової.

Перший етап полягає у визначенні термінів освоєння інвестицій і отримання прибутку від здачі етапів складного комплексу.

Фізичний сенс задачі полягає в тому, що, реалізуючи капвкладення W_i^- шляхом виконання операцій по чергах або пускових комплексах, мають місце доходи W_i^+ , передуючі здачі всього проекту. Але капвкладення і доходи реалізуються в часі, при цьому кожна операція має своє τ_{ij} , а в сукупності вони утворюють критичний шлях комплексу. Терміни звершення подій якраз і грають головну роль ефективності ОТР у поєднанні з організаційно-технологічними обмеженнями.

Економічний ефект задачі вимагає максимізації доходів, під яким розуміється алгебраїчна сума приведених по формулі експоненціального дисконтування фінансових потоків в подіях, а фізичний сенс потоку в події розглядається як різниця між величинами доходів і вкладень, відповідних цій події [9,10,15.]

Важлива властивість (2.1) полягає в тому, що цільова функція залежить тільки від тих змінних T_i , для яких $W_i \neq 0$. Умова (2.2) легко агрегується по алгоритму укрупнення моделі, так що всі змінні T_i , для яких $W_i = 0$, можна виключити. Це важливий момент, що дозволяє з початкової моделі отримати агреговану мережу, що містить тільки ті події початкової мережі, які характеризуються ненульовими сумарними фінансовими потоками W_i . У число цих подій включаються також початкова і кінцева події початкової мережі навіть тоді, коли відповідні ним потоки рівні нулю.

Таким чином, рішення задачі (2.1) практично не залежить від ступеня деталізації початкової моделі, і розмірність задачі повністю визначається числом подій, для яких відмінні від нуля потоки W_i .

Рішення задачі (2.1) для агрегованої сітьової моделі визначає оптимальні календарні терміни настання тих подій початкової сіті, для яких $W_i \neq 0$. Терміни настання решти подій можна вибрати довільно в межах обмежень, що накладаються сітьовим графіком і вже зафіксованими T_i для подій, включених в агреговану модель. При виборі T_i звершення подій, для яких $W_i = 0$, є можливість для вирішення екстремальної задачі знаходження раціонального розподілу резервів часу.

Слід зазначити, що задачі такого роду практично не ставилися і не вирішувалися, оскільки оцінити вибір ефективного використання інвестицій (вкладень $-W_i^-$) і отримання доходів (W_i^+) в часі в складних проектах не представлялося можливим із-за існуючої методології вибору варіантів і порівняння їх за приведеними витратами. Перехід до ринкових відносин дає можливість використовувати відповідну методологію, яка обґрунтована в працях проф. Залуніна В.Ф. і роботі [51].

Мається на увазі методологія Управління Проектами [99], де оцінка ефективності інвестиційних проектів проводиться за основними показниками: ЧДД (чистий дисконтований дохід), ВНД (внутрішня норма доходності), ІД (індекс доходності), СО (строк окупності). Такий підхід сприяє зробити постановку задачі реалізації складних проектів, терміни будівництва (реконструкції) яких більше 5 років. Враховуючи, що вкладення і доходи мають різні знаки, а також двоїстість в теорії оптимального програмування, діалектичний зв'язок змінних прямої задачі (t_{ij}) і її зворотною (подвійною) – f_{ij} – потік в сіті, та побудова початкового варіанту освоєння інвестиції завжди включає негативні (мінус f_{ij}) змінні. Для отримання оптимального рішення їх (f_{ij}) необхідно зробити позитивними, а це можливо за рахунок усунення суперечностей між t_{ij} і f_{ij} шляхом перерозподілу потоків в КУСГі по контуру, не порушуючи правило

збереження потоків у вузлах (подіях). При цьому, якщо хочемо щось отримати, то для цього необхідно щось втратити, тобто дати заміну. Це виходить шляхом перерозподілу термінів звершення подій T_i . Алгоритм такого перерозподілу потоків f_{ij} і T_i дуже складний, ручній реалізації не підлягає (аналогічно методам статистичного моделювання), тому нами запропонований етапний підхід, розроблена програма INWEST, яка знімає проблеми розрахункового характеру і підтверджує правильність запропонованих нами простіших етапних розрахунків і особливе визначення дугових f_{ij} на загальній ідеї методу вирізування вузлів, що зручно, просто, ясно і дохідливо.

2.2 Задача вироблення рішень по управлінню складними проектами в строк, встановлений інвестором

Для вирішення задачі, сформульованого в п. 1.1, необхідно визначити $T = T (T_1, \dots, T_n)$. У практичній роботі, а також в наукових дослідженнях завжди доводиться стикатися з проблемою обґрунтування термінів виконання проектів або програм в заданий (встановлений) час. В принципі, вирішити грамотно питання можна тільки на основі наукового підходу і використання сучасного арсеналу теорії дослідження операцій і засобів обчислювальної техніки. Технології і організації виробництва завжди властиві багатоваріантність і багатокритеріальність. Оскільки будь-який проект включає впорядковану кінцеву множину операцій, то режим виконання їх завжди характеризується як тривалістю (τ_{ij}), так і інтенсивністю виробництва, що пов'язане із залученням трудових ресурсів (n_{ij}) в одиницю часу.

Вибору рішень у вигляді конкретного варіанту дій слід зіставляти кількісну оцінку ступеня досягнення мети. Ознака, по якій порівнюються і

оцінюються варіанти, називається критерієм оптимальності. Якщо процес вибору рішень описати функцією, шукані змінні якої є допустимими і такими, що описують рух до мети, то таку функцію прийнято називати цільовою, а рішення – оптимальним. Таким чином, встановити оптимальне рішення означає визначити екстремум функції, і всі розмови про менш або більш оптимальне рішення неспроможні, оскільки є екстремальне рішення, тобто оптимальне, або його немає.

Для досягнення мети роботи, складові $(i, j) \in A$, слід виконувати з певною швидкістю, узгодженою з кінцевою метою, заданою терміном введення. Можливих варіантів досягнення мети при великих об'ємах робіт (у складних проектах) є практично множина, невіддатлива огляду. Залучення ресурсів пов'язане з додатковими витратами і збільшенням змінності виробництва. Проблема трудових ресурсів виробництва актуальна, тому можна поставити мету мінімізувати залучення ресурсів для дотримання термінів реалізації проекту. Це те ж саме, що мінімізувати виробництво робіт в дві і три зміни.

Розглянемо граф $G(U, A)$. Кожна операція характеризується тривалістю реалізації – τ_{ij} і інтенсивністю – n_{ij} ($(i, j) \in A$). U – безліч вузлів (подій) графа, A – безліч дуг (робіт). Має місце залежність $x_{ij} n_{ij} = Q_{ij}$, где Q_{ij} трудомісткість роботи (i, j) залежить від об'єму

$$i = 1, 2, \dots, n - 1, j = 2, 3, \dots, n;$$

n – число вузлів (подій) в моделі.

По кожній роботі $(i, j) \in A$ відома мінімальна інтенсивність – n_{ij}^D , якою відповідає тривалість D_{ij} ; d_{ij} тривалість, відповідна максимальній концентрації ресурсів n_{ij}^d .

Сформулюємо математичну модель задачі. Дана сітьова модель (D_{ij}, T^D) , по $(i, j) \in A$ відоме d_{ij} , C_{ij} – "ціна" скорочення роботи на одиницю, T_3 .

Скорочення тривалості виконання (i, j) роботи на величину $\Delta x_{ij} = D_{ij} - X_{ij}$ може бути забезпечене залученням додаткових ресурсів, тобто за рахунок збільшення інтенсивності виробництва:

$$\Delta n_{ij} = C_{ij} \Delta X_{ij}. \quad (2.12)$$

Потрібно визначити, які роботи $(i, j) \in A$ прискорити, а для яких зберегти нормальну тривалість D_{ij} . Іншими словами, потрібно знайти таке рішення (X_{ij}, T_n) , яке мінімізує функцію

$$L(x) = \sum \Delta n_{ij} = \sum C_{ij} (D_{ij} - X_{ij}) \rightarrow \min. \quad (2.13)$$

Безліч вузлів (подій) можна визначити як $U = (1, 2, \dots, n)$, де вузол 1 означає початок робіт (проекту), а вузол n – закінчення. Обмеження на рішення задачі наступні:

$$T_i - T_j + X_{ij} \leq 0 \quad \text{для всіх } (i, j) \in A, \quad (2.14)$$

$$-T_1 + T_n \leq T_3, \quad (2.15)$$

$$X_{ij} \leq D_{ij} \quad \text{для всіх } (i, j) \in A, \quad (2.16)$$

$$X_{ij} \geq d_{ij} \quad \text{для всіх } (i, j) \in A, \quad (2.17)$$

$T_i(T_j)$ – ранній термін звершення події i (j).

Умову (2.14) відображає нерозривність мережі і $T_j = \max (T_i + t_{ij})$.

Умова (2.15) показує, що в оптимальному рішенні величина критичного шляху $T_n \in T_{кр}$ не повинна перевищувати заданого терміну реалізації проекту. Умови (2.16, 2.17) визначаються технологією виконання робіт $(i, j) \in A$.

Якщо подивитися на цільову функцію (2.13) і обмеження, а їх чотири в нашому випадку, то неважко відмітити, що наша мета – визначити невідомі X_{ij} , ради яких і ставимо задачу, а (x) і обмеження мають лінійну залежність (X_{ij} в першому ступені). Тому сформульована задача є задачею лінійного програмування. Для її вирішення потрібно перевірити вирішувану при встановленому T_3 . Використовуємо для цього наступний прийом. Вважаємо,

що $X_{ij} = d_{ij}$, і визначений при цьому критичний шлях позначимо як $T_{кр}^d$.
Якщо $T_3 \geq T^d$, то задача має рішення, інакше немає.

Якщо покласти $X_{ij} = D_{ij}$, то отримаємо $T_{кр}^D$. Як видно, необхідне дотримання умов:

$$T^d \leq T_3 \leq T^D. \quad (2.18)$$

Визначення для кожного значення T_n з сегменту $[T^d \div T^D]$ мінімуму функції

$$L(x) = \sum C_{ij} (D_{ij} - X_{ij}) = (\sum C_{ij} D_{ij} - \sum C_{ij} X_{ij}) \rightarrow \min \quad (2.19)$$

за умов (2.14 ÷ 2.17) є параметричною задачею лінійного програмування. Дана модель еквівалентна задачі лінійного програмування, що розглядається нижче, з максимізацією функції мети.

$$\text{Враховуючи, що в (2.19) } \sum C_{ij} D_{ij} = \text{const}, \quad (2.20)$$

замінімо цільову функцію початкової задачі на іншу функцію

$$L(x) = \sum C_{ij} X_{ij} \rightarrow \max, \quad (2.21)$$

яка приймала б максимальне значення і задовольняла умовам

$$T_i - T_j + X_{ij} \leq 0 \quad \text{для всіх } (i, j) \in A, \quad (2.22)$$

$$-T_1 + T_n \leq T_3, \quad (2.23)$$

$$X_{ij} \leq D_{ij} \quad \text{для всіх } (i, j) \in A, \quad (2.24)$$

$$-X_{ij} \leq -d_{ij} \quad \text{для всіх } (i, j) \in A. \quad (2.25)$$

У постановці (2.21 – 2.25) задачі може бути вирішена універсальним симплекс-методом, використовуваним для вирішення екстремальних задач лінійного програмування, в яких на невідомих накладені обмеження. Такі методи громіздкі (в порівнянні з алгоритмом, наприклад, транспортної задачі), і їх застосування доцільне тільки тоді, коли спеціальні методи виявляються недостатніми.

У нашому випадку слід використовувати інший метод рішення поставленої задачі (2.21 – 2.25). Він заснований на теорії двоїстості лінійного програмування і умовах доповнюючої нежорсткості.

У постановці (2.21 – 2.25) задача має вигляд, аналогічний задачі мінімізації вартості проекту, тобто задача знаходження оптимального потоку, що володіє значною перевагою в обчислювальному відношенні.

Для цього досліджується задача, для якої у відповідність обмеженням (2.22 ÷ 2.25) ставляться ненегативні змінні $x \rightarrow f_{ij}, V \rightarrow T, \gamma_{ij} \rightarrow D_{ij}, \delta_{ij} \rightarrow d_{ij}$, звані двоїстими. Вони перераховуються в такому ж порядку, в якому вводилися обмеження в дану модель.

Двоїсту задачу можна сформулювати таким чином.

Мінімізувати цільову функцію:

$$Z(f) = (T \cdot V + \sum D_{ij} \cdot \gamma_{ij} - \sum d_{ij} \cdot \delta_{ij}) \rightarrow \min \quad (2.26)$$

за умови, що

$$f_{ij} + \gamma_{ij} - \delta_{ij} = C_{ij} \quad \text{для } (i, j) \in A, \quad (2.27)$$

$$\sum f_{1j} - V = 0 \quad i = 1, \quad (2.28)$$

$$\sum (f_{ij} - f_{ji}) = 0 \quad \text{для } i = 2, \dots, n-1, \quad (2.29)$$

$$-\sum f_{in} + V = 0 \quad i = n, \quad (2.30)$$

$$f_{ij}, \gamma_{ij}, \delta_{ij} \geq 0 \quad \text{для } (i, j) \in A. \quad (2.31)$$

Подвійні обмеження є рівністю, оскільки змінні в основній задачі в явному вигляді не обмежені по знаку.

На основі математичної структури двоїстої задачі двоїсті змінні f_{ij} можна розглядати як потоки в мережі з обмеженою пропускною спроможністю. Умови (2.28 ÷ 2.30) відповідають обмеженням потоку для джерела, проміжних і кінцевого подій відповідно.

Так, обмеження (2.29) відповідає відомим обмеженням на збереження потоку в проміжних вузлах (типу Г.Р. Кирхгофа).

Використовуючи умови доповнюючої нежорсткості для задачі лінійного програмування, можна вивести наступні результати, які повинні виконуватися для оптимального рішення [51]:

$$\begin{aligned}
 & T_i - T_j + X_{ij} < 0, \quad f_{ij} = 0, \\
 & T_i - T_j + X_{ij} = 0, \quad f_{ij} > 0, \\
 \text{якщо } & X_{ij} = D_{ij}, \quad \text{то } \quad \gamma_{ij} > 0; \\
 \text{якщо } & X_{ij} = d_{ij}, \quad \text{то } \quad \delta_{ij} > 0; \\
 \text{якщо } & X_{ij} < D_{ij}, \quad \text{то } \quad \gamma_{ij} = 0; \\
 \text{якщо } & X_{ij} > d_{ij}, \quad \text{то } \quad \delta_{ij} = 0.
 \end{aligned} \tag{2.32}$$

Двоїсті змінні γ_{ij} , δ_{ij} не можуть бути одночасно позитивними, оскільки $D_{ij} \neq d_{ij}$.

У обмеженні $f_{ij} + \gamma_{ij} - \delta_{ij} = C_{ij}$ ненегативні значення γ_{ij} і δ_{ij} визначаються по формулах:

$$\begin{aligned}
 \gamma_{ij} &= C_{ij} - f_{ij} \quad \text{при } \delta_{ij} = 0; \\
 \delta_{ij} &= f_{ij} - C_{ij} \quad \text{при } \gamma_{ij} = 0.
 \end{aligned} \tag{2.33}$$

$$\left. \begin{aligned}
 \text{Тому } \gamma_{ij} &= \max [0, C_{ij} - f_{ij}] \quad \text{при } \delta_{ij} = 0, \\
 \delta_{ij} &= \max [0, f_{ij} - C_{ij}] \quad \text{при } \gamma_{ij} = 0.
 \end{aligned} \right\}$$

При дослідженні всіх можливих значень f_{ij} , γ_{ij} , δ_{ij} можна виділити три випадки:

1. $\gamma_{ij} > 0$, $\delta_{ij} = 0$, $0 \leq f_{ij} \leq C_{ij}$, $X_{ij} = D_{ij}$;
2. $\gamma_{ij} = 0$, $\delta_{ij} = 0$, $f_{ij} = C_{ij}$, $d_{ij} < X_{ij} < D_{ij}$;
3. $\gamma_{ij} = 0$, $\delta_{ij} > 0$, $f_{ij} > C_{ij}$, $X_{ij} = d_{ij}$.

Для кожного випадку з урахуванням умов доповнюючої нежорсткості знаходимо умови оптимальності.

$$\begin{aligned}
 1. \quad & 0 < f_{ij} < C_{ij} \quad \text{і} \quad T_i - T_j + D_{ij} = 0 \quad \text{або} \\
 & f_{ij} = 0 \quad \text{і} \quad T_i - T_j + D_{ij} < 0;
 \end{aligned} \tag{2.35}$$

$$2. \quad f_{ij} = C_{ij} \quad \text{і} \quad T_i - T_j + X_{ij} = 0, \quad d_{ij} \leq X_{ij} \leq D_{ij}; \tag{2.36}$$

$$3. C_{ij} < f_{ij} < \infty \quad \text{і} \quad T_i - T_j + d_{ij} = 0. \quad (2.37)$$

Введемо наступні додаткові позначення:

$$\begin{aligned} a'_{ij} &= T_i - T_j + D_{ij} - \text{резерв критичності;} \\ a''_{ij} &= T_i - T_j + d_{ij} - \text{резерв скорочення;} \\ \underline{x}_{ij} &= T_i - T_j + X_{ij}. \end{aligned} \quad (2.38)$$

Умови оптимальності для кожного випадку можна записати в іншому вигляді:

$$\left. \begin{aligned} \text{Випадок 1: } & 0 < f_{ij} < C_{ij} \quad a'_{ij} = 0, \\ \text{Випадок 2: } & f_{ij} = C_{ij} \quad \text{і} \quad X_{ij} = 0, \\ \text{Випадок 3: } & C_{ij} < f_{ij} < \infty \quad \text{і} \quad a''_{ij} = 0. \end{aligned} \right\} \quad (2.39)$$

За допомогою алгоритму послідовно визначаються f_{ij} і T_i (T_j), що задовольняють умовам (2.39) для убуваючих значень T_n , після чого шукані невідомі визначаються за формулою:

$$X_{ij} = \min (D_{ij}, T_j - T_i). \quad (2.40)$$

3. ПРОВЕДЕННЯ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ УМОВ, ТИМЧАСОВИХ І ВАРТІСНИХ ОБМЕЖЕНЬ НА РОЗПОДІЛ ІНВЕСТИЦІЙ

3.1 Оцінка впливу організаційно-технологічних умов, тимчасових і вартісних обмежень на розподіл інвестицій

Як указувалося в розділі 1.1, прийнятий етапний підхід до рішення задачі визначення вектора термінів звершення подій $T = (T_1, \dots, T_n)$, $W = (W_1, \dots, W_n)$ – вектора фінансових потоків в подіях і $f = (f_1, \dots, f_n)$ – вектора подвійних змінних.

Постановку задачі розглянули в п.1.2, а далі розглянемо методику рішення на наступному прикладі.

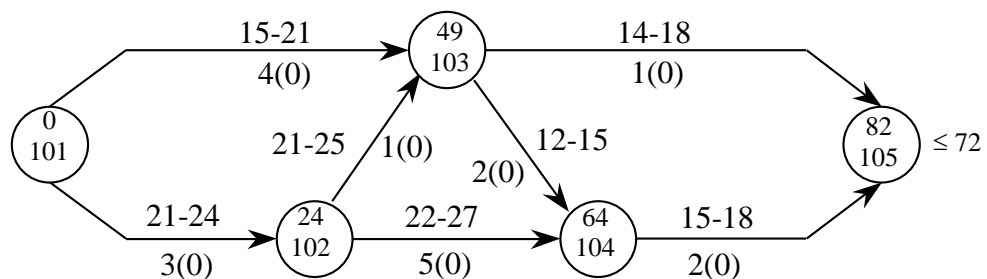


Рисунок 3.1 - Початкова модель задачі

Над кодами в подіях проставлені ранні терміни їх звершення, вони визначаються так: $T_1 = 0$, $T_2 = T_1 + D_{ij} = 0 + 24 = 24$, $T_3 = \max [T_1 + 21; T_2 + 25] = \max [0 + 21; 24 + 25] = 49$ і так далі.

Якщо покласти в початковому варіанті $t_{ij} = D_{ij}$, то отримаємо $T_{кр}^D = 82$ міс. (див. рис. 1.2). Це ранній термін звершення кінцевої 105-ої події, тобто $T_{105} = 82$ міс. і одночасно є технологічним обмеженням на проект зверху. Якщо покладемо $t_{ij} = d_{ij}$, то, слідуючи правилу, отримаємо $T_{кр}^d = 69$ міс., що

указує на нижню технологічну межу проекту. Рішення знаходиться $69 = T^d \leq T \leq T^D = 82$.

Згідно вимогам замовника, термін освоєння капвкладень встановлений $T_3 = 6 \text{ років} = 72 \text{ міс.}$

Необхідно встановити такі T_i звершення подій, щоб термін реалізації комплексу був $T_{105} \leq 72 \text{ міс.}$ Для цього використовуємо процедуру розстановки позначок подій.

На основі позначки виконуємо модифікацію дугових потоків f_{ij} і вузлових чисел $T_{j(i)}$.

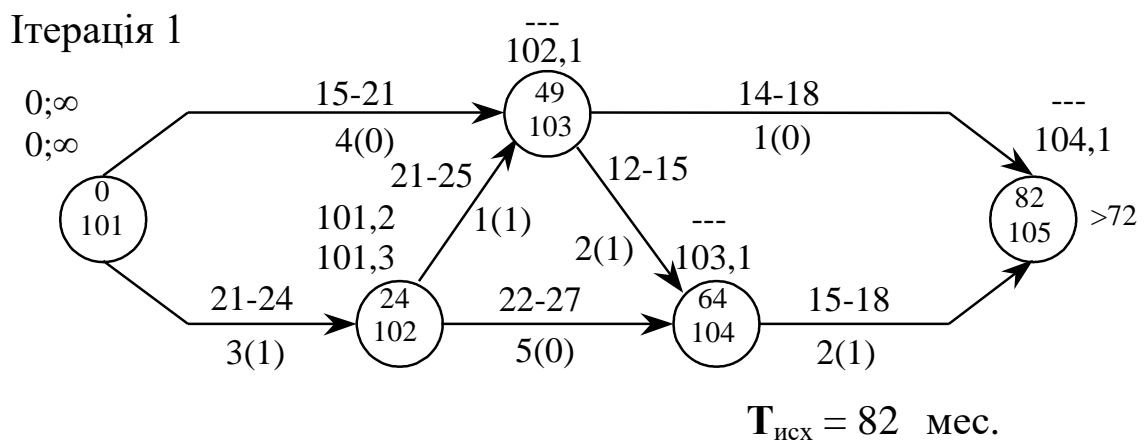


Рисунок 3.2 - Початкова сітьова модель

$$a'_{101-103} = 0 + 21 - 49 = -28, \quad a''_{101-103} = 0 + 15 - 49 = -34;$$

$$a'_{102-103} = 24 + 25 - 49 = 0, \quad a''_{102-103} = 24 + 21 - 49 = -4;$$

$$a'_{102-104} = 24 + 27 - 64 = -13, \quad a''_{102-104} = 24 + 22 - 64 = -18.$$

$$\varepsilon_1 = \min[-a_{ij}] = 13, \quad \varepsilon_2 = \min[-a_{ij}] = 4, \quad \Delta T_1 = \min(13; 4) = 4.$$

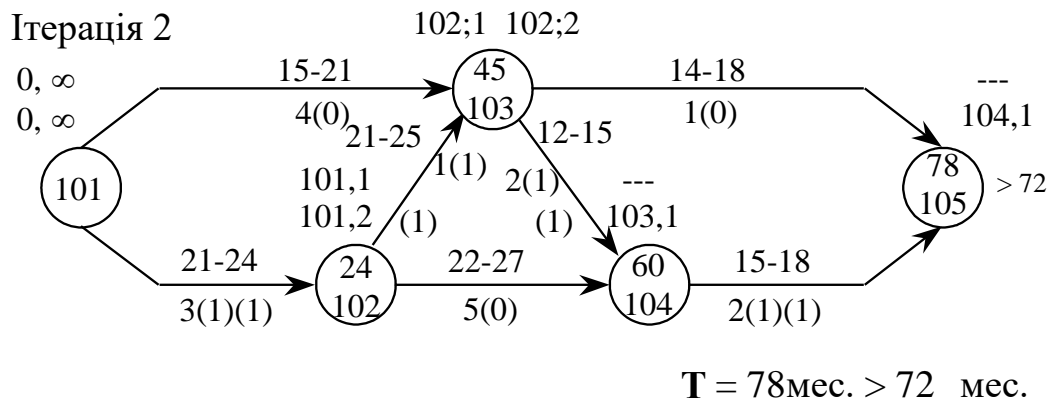


Рисунок 3.3 - Проміжне рішення

$$a'_{102-104} = 24+27-60 = -9, a''_{102-104} = 24+22-60 = -14;$$

$$a'_{103-104} = 45+15-60 = 0, a''_{103-104} = 45+12-60 = -3;$$

$$a'_{103-105} = 45+18-78 = -15, a''_{103-105} = 45+14-78 = -19.$$

$$\varepsilon_1 = \min[-a_{ij}] = \min(9; 15) = 9, \varepsilon_2 = \min[-a_{ij}] = \min(14; 19; 3) = 3, \Delta T_2 = 3.$$

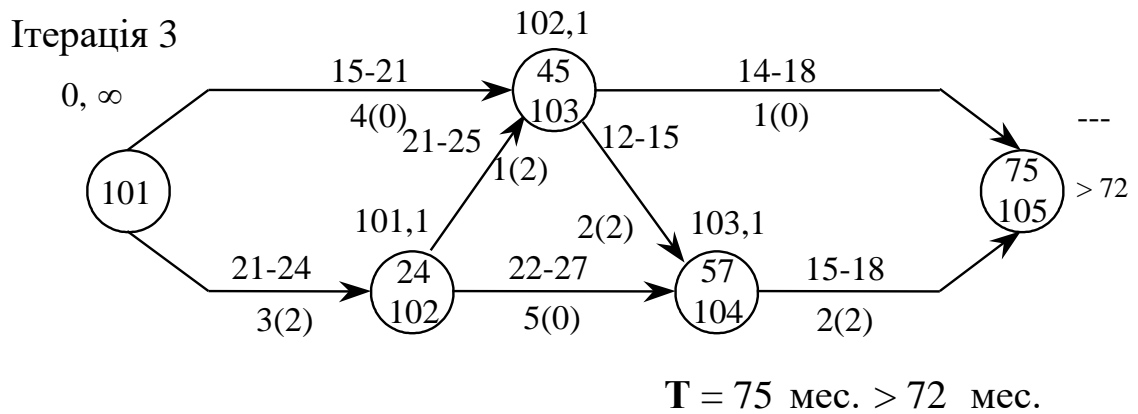


Рисунок 3.4 - Проміжне рішення

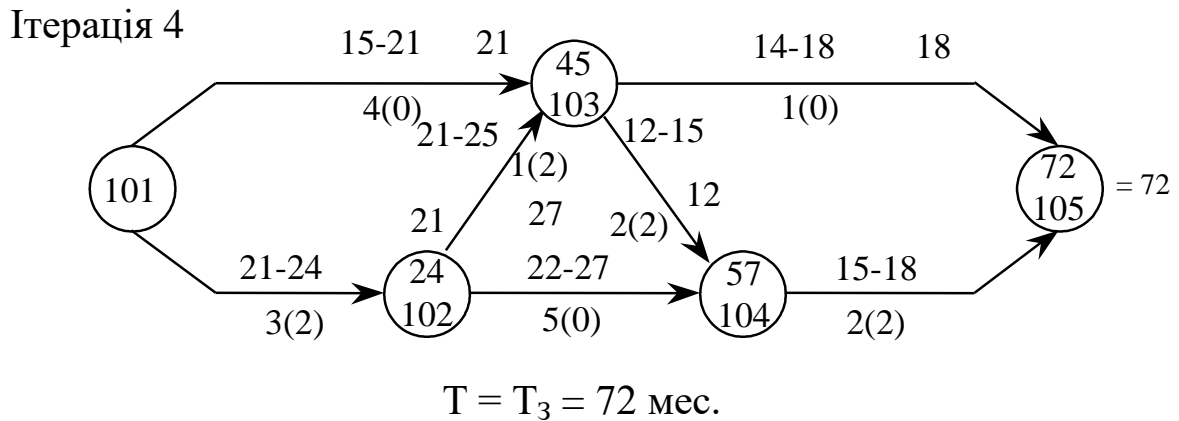


Рисунок 3.5 - Оптимальне рішення

Таблиця 3.1 - Оптимізація КУСГа на основі потокового алгоритму

$i - j$	ітерація 1		ітерація 2		ітерація 3	
	T	f	T	f	T	F
101 – 102	0	1	0	2	0	2
101 – 103	0	0	0	0	0	0
102 – 103	24	1	24	2	24	2
102 – 104	24	0	24	0	24	0
103 – 104	49	1	45	2	45	2
103 – 105	49	0	45	0	45	0
104 – 105	64	1	60	2	57	2
$T^D=82$ міс. $T_{дир}=72, T^d=69$	$T^1_{105}=82$ $\Delta T_1=4$		$T^2_{105}=78$ $\Delta T_2=3$		$T^3_{105}=78$ $T_{опт}=72$ $\Delta T_3=3$	

У приведеному прикладі капітальні вкладення W_i^- складають

$W_{101} = 80$ млн. грн, $W_{103} = 70$ млн. грн, доходи (прибуток W_i^+) $W_{102} = 20$ млн. грн, $W_{104} = 65$ млн. грн, $W_{105} = 60$ млн. грн.

Визначимо фінансові потоки в подіях по (3.1):

$$W_{102} = -20 \times \exp(-0,08 \times 2) = -17,04; W_{103} = 70 \times \exp(-0,08 \times 3,75) = 51,86;$$

$$W_{104} = -65 \times \exp(-0,08 \times 4,75) = -44,45; W_{105} = -60 \times \exp(-0,08 \times 6) = -37,13.$$

Підставляючи ці значення в (3.2), отримаємо:

$$W(T) = -17,04 \alpha T_{102} + 51,86 \alpha T_{103} - 44,45 \alpha T_{104} - 37,13 \alpha T_{105};$$

$$\text{при } \alpha = 0,08 \quad W(T) = -1,36 T_{102} + 4,15 T_{103} - 3,56 T_{104} - 2,977 T_{105} \rightarrow \max$$

$$\text{за умови, що } T_{101} - T_{103} \leq -1,75; T_{101} - T_{102} \leq -2;$$

$$T_{102} - T_{103} \leq -1,75; T_{102} - T_{104} \leq -2,25; T_{103} - T_{104} \leq -1;$$

$$T_{103} - T_{105} \leq -1,5; T_{104} - T_{105} \leq -1,25.$$

Двоїста задача:

$$L(f) = -1,75f_{101-103} - 2f_{101-102} - 1,75f_{102-103} - 2,25f_{102-104} - f_{103-104} - 1,5f_{103-105} - 1,25f_{104-105} \Rightarrow \min.$$

Змінимо знаки, тоді $L(f) \Rightarrow \max$ за умови, що

$$f_{101-102} - f_{102-103} - f_{102-104} \leq 1,36; f_{101-103} + f_{102-103} - f_{103-104} - f_{103-105} \leq -4,15;$$

$$f_{102-104} + f_{103-104} - f_{104-105} \leq 3,56; f_{103-105} + f_{104-105} \leq 2,97.$$

Таблиця 3.2 - Порівняльне рішення задачі на сітвовій структурі і універсальним методом

Ітерації	Сітвова структура (потоківий алгоритм)	Значення цільової функції	
		Універсальний алгоритм	М-задача
1	T = 82 міс.	0	-120м, 0
2	T = 78 міс.	25	-98м, 110
3	T = 75 міс. T _{задан.} = 72 міс.	43	-83м, 170
4		79	-62м, 233
5		109	-47м, 263
6		244	-35м, 287
7		286	-21м, 301
8	Див. табл. 1.10	370	322
9		378	347
10		381	371
11		384	380
12		384	384

Як видно з розрахунків табл. 3.2 сітвова структура дозволяє отримати результат за три ітерації, універсальний алгоритм має 11 ітерацій, а вирішення М-задачі – 12 ітерацій. Такі розрахунки виконані вперше, а порівняння дає результат на користь використання потоківих алгоритмів, як високоефективних, таких, що дають збіжність.

З урахуванням умов доповнюючої нежорсткості $f_{101-103} = f_{103-105} = f_{102-104} = 0$, для робіт, в яких резерви нульові (виконується умова $T_i + x_{ij} - T_j = 0$), $f_{ij} > 0$. Їх значення визначені методом вирізування вузлів, а результати приведені на рис. 1.7 і позначені подвійними лініями. На рис 1.7 $T_{i(j)}$ – ранній термін звершення подій в місяцях (роках) – оптимальне рішення, $W_{i(j)}$ – капвкладення і доходи, відповідні подіям i, j ; $W_i^{(1)} = W_i \exp(-\alpha T_{\text{опт}})$ – фінансовий потік в події i . Такий підхід виходить з умови дотримання обмеження на збереження потоку в мережі. Слід зазначити, що цільова функція залежить тільки від тих змінних T_i , для яких $W_i \neq 0$. Це дозволяє початкові КУСГа укрупнювати по відомих правилах так, що значення змінних T_i , для яких $W_i \neq 0$ в оптимальному рішенні співпадає з результатами задачі неагрегованої моделі, і складність рішення залежить від числа подій, що мають потоки $W_i \neq 0$.

У разі некоректної побудови КУСГа виникає ситуація, коли має місце система лінійних однорідних рівнянь. Результати рішення підставимо в (3.2) і отримаємо $W(T_1, T_2, \dots, T_n) = -21,88$. Значення дугових потоків підставимо в (3.3) і отримаємо $L(f) = 21,88$.

У нашому прикладі подія 101 – джерело, потужність якого рівна 3,74 (сума потужностей всіх подій із зворотним знаком), подія 103 – джерело потужністю 4,15, а 102, 104, 105 – стоки потужністю відповідно - 1,36, - 3,56, - 2,97.

Економічна суть подвійних змінних полягає в тому, що вони визначають собою граничну вартість тривалості $(i, j) \in A$ і показують, як зміниться цільова функція задачі (3.3) (збільшиться в даному випадку) при збільшенні на одиницю тривалості здійснення комплексу робіт.

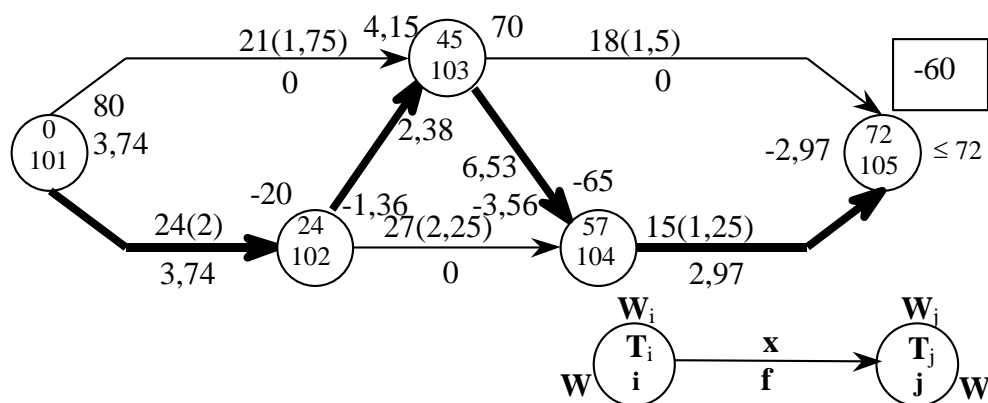


Рисунок 3.6 - Оптимальне рішення

Таким чином, запропоноване вирішення визначення оптимальних термінів капітальних вкладень не вимагає послідовного обчислення вектора календарних термінів $T(T_1, \dots, T_n)$ для серії задач ЛП, в кожній з яких цільова функція представляє лінійну частину розкладання виразу (3.2) в ряд Тейлора в околицях рішення попередньої задачі. Оптимальне рішення знаходиться безпосередньо шляхом застосування процедури позначки подій. У нашому підході чітко визначений спосіб знаходження подвійних змінних f_{ij} по комплексах робіт (дуговий потік). Як видно з рішень, виконані дослідження мають варіантне опрацювання ситуації з урахуванням організаційно-технологічних обмежень $(d_{ij} - D_{ij})$.

3.2 Порівняльний аналіз і оцінка рішення на основі сітьової структури і універсального алгоритму ЛП

Розглянемо вирішення приведенного прикладу традиційним універсальним методом лінійного програмування. Мова йде про використання основного алгоритму симплекс-метода. Така процедура необхідна для порівняння результатів сітьової структури задачі і

встановлення переваги підходу на основі виявлення недоліків і труднощів приведення задачі до канонічного вигляду.

Виходячи з умови рівноваги вузлів, згідно інформації рис. 3.6, початкові нерівності мають наступний вигляд:

$$1 \times f_{12} + 0 \times f_{13} - 1 \times f_{23} - 1 \times f_{24} + 0 \times f_{34} + 0 \times f_{35} + 0 \times f_{45} \leq 1,36;$$

$$0 \times f_{12} + 1 \times f_{13} + 1 \times f_{23} + 0 \times f_{24} - 1 \times f_{34} - 1 \times f_{35} - 0 \times f_{45} \leq -4,15;$$

$$0 \times f_{12} + 0 \times f_{13} + 0 \times f_{23} + 1 \times f_{24} + 1 \times f_{34} + 0 \times f_{35} - 1 \times f_{45} \leq 3,56;$$

$$0 \times f_{12} + 0 \times f_{13} + 0 \times f_{23} + 0 \times f_{24} + 0 \times f_{34} + 1 \times f_{35} + 1 \times f_{45} \leq 2,96.$$

У отриманій системі на чотири нерівності доводиться сім невідомих. Визначити значення невідомих, що задовольняють нерівностям, можна незліченною безліччю способів.

Нас цікавить те рішення, яке максимізує $W(T)$ – цільову функцію, тобто $W(T) = -1,36T_{102} + 4,15T_{103} - 3,56T_{104} - 2,98T_{105} \Rightarrow \max$, або $L(f) \Rightarrow \min$.

Враховуючи ту обставину, що необхідно визначити дугові потоки (фінансові потоки), початкова таблиця симплексного методу їх і визначає. Перетворимо нерівності в рівність і вирішимо двоїсту задачу.

Тут з'явилися додаткові невідомі $X_{8,9,10,11}$, і їх кількість відповідає числу нерівностей. Як видно, обмеження мають односторонній вигляд, що спрощує перетворення (задача має базисне рішення).

У рівняннях збереження потоку використані не тризначні коди подій для спрощення запису, наприклад $f_{101-102}$, а такі як f_{12} і так далі.

Цільова функція задачі:

$$L(f) = 2f_{12} + 1,75f_{13} + 1,75f_{23} + 2,25f_{24} + f_{34} + 1,5f_{35} + 1,25f_{45} \Rightarrow \max.$$

Загальний вид обмежень:

$$\left\{ \begin{array}{l} 1,36 = 1f_{12} + 0f_{13} - 1f_{23} - 1f_{24} + 0f_{34} + 0f_{35} + 0f_{45} + 1X_8 + 0X_9 + 0X_{10} + 0X_{11}; \\ -4,15 = 0f_{12} + 1f_{13} + 1f_{23} + 0f_{24} - 1f_{34} - 1f_{35} + 0f_{45} + 0X_8 + 1X_9 + 0X_{10} + 0X_{11}; \\ 3,56 = 0f_{12} + 0f_{13} + 0f_{23} + 1f_{24} + 1f_{34} + 0f_{35} - 1f_{45} + 0X_8 + 0X_9 + 1X_{10} + 0X_{11}; \\ 2,97 = 0f_{12} + 0f_{13} + 0f_{23} + 0f_{24} + 0f_{34} + 1f_{35} + 1f_{45} + 0X_8 + 0X_9 + 0X_{10} + 1X_{11}; \\ 1,36 = 1f_{12} - 1f_{23} - 1f_{24} + X_8; \\ -4,15 = 1f_{13} + 1f_{23} - 1f_{34} - 1f_{35} + X_9; \\ 3,56 = 1f_{24} + 1f_{34} - 1f_{45} + X_{10}; \\ 2,97 = 1f_{35} + 1f_{45} + X_{11}. \end{array} \right.$$

Таблиця 3.3 - Початкова симплексна таблиця має вигляд, показаний в ітерації 1

Ітерація 1

C _i	P ⁰	X ₀	2	1,75	1,75	2,25	1	1,5	1,25	0	0	0	0
			f ₁₂	f ₁₃	f ₂₃	f ₂₄	f ₃₄	f ₃₅	f ₄₅	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁
0	X ₈	1,36	1	0	-1	-1	0	0	0	1	0	0	0
0	X ₉	-4,15	0	1	1	0	-1	-1	0	0	1	0	0
0	X ₁₀	3,56	0	0	0	1	1	0	-1	0	0	1	0
0	X ₁₁	2,97	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
		0	-2	-1,75	-1,75	-2,25	-1	-1,5	-1,25	0	0	0	0

Таблиця 3.4 - Ітерація 2. Перетворення табл. 3.3

C _i	P ⁰	X ₀	f ₁₂	f ₁₃	f ₂₃	f ₂₄	f ₃₄	f ₃₅	f ₄₅	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁
0	X ₈	4,92	1	0	-1	0	1	0	-1	1	0	1	0
0	X ₉	-4,15	0	1	1	0	-1	-1	0	0	1	0	0
2,25	f ₂₄	3,56	0	0	0	1	1	0	-1	0	0	1	0
0	X ₁₁	2,97	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
		8,01	-2	-1,75	-1,75	0	1,25	-1,5	-3,5	0	0	2,25	0

Значення цільової функції L(f)= 8,01.

Таблиця 3.5 - Ітерація 3. Перетворення табл. 3.4

C_i	P^0	X_0	f_{12}	f_{13}	f_{23}	f_{24}	f_{34}	f_{35}	f_{45}	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}
0	X_8	7,89	1	0	-1	0	1	0	0	1	0	0	1
0	X_9	-4,15	0	1	1	0	-1	-1	0	0	1	0	0
2,25	f_{24}	6,53	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1
1,25	f_{45}	2,97	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
		18,4	-2	-1,75	-1,75	0	1,25	2	0	0	0	2,25	3,5

Значення цільової функції $L(f) = 18,4$. У рядку подвійних оцінок є негативні значення, рішення не оптимальне.

Таблиця 3.6 - Ітерація 4. Перетворення табл. 3.5

C_i	P^0	X_0	f_{12}	f_{13}	f_{23}	f_{24}	f_{34}	f_{35}	f_{45}	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}
2	f_{12}	7,88	1	0	-1	0	1	1	0	1	0	1	1
0	X_9	-4,15	0	1	1	0	-1	-1	0	0	1	0	0
2,25	f_{24}	6,53	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1
1,25	f_{45}	2,97	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
		34,18	0	-1,75	-3,75	0	3,25	4	0	2	0	4,25	5,5

У рядку подвійних оцінок є негативні значення, рішення не оптимальне.

Таблиця 3.7 - Ітерація 5 Перетворення табл. 3.6

C_i	P^0	X_0	f_{12}	f_{13}	f_{23}	f_{24}	f_{34}	f_{35}	f_{45}	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}
2	f_{12}	3,78	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
1,75	f_{23}	-4,15	0	1	1	0	-1	-1	0	0	1	0	0
2,25	f_{24}	6,53	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1
1,25	f_{45}	2,97	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
		18,62	0	2	0	0	-0,5	-0,25	0	2	3,75	4,25	5,5

У рядку подвійних оцінок є негативні значення, рішення не оптимальне.

Таблиця 3.8 - Ітерація 6. Перетворення табл. 3.7. Кінцевий результат

C_i	P^0	X_0	f_{12}	f_{13}	f_{23}	f_{24}	f_{34}	f_{35}	f_{45}	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}
2	f_{12}	3,74	1	0	-1	-1	0	0	0	1	0	0	0
1,75	f_{23}	2,38	0	1	1	0	-1	-1	0	0	1	0	0
1,00	f_{34}	6,53	0	0	0	1	1	0	-1	0	0	1	0
1,25	f_{45}	2,97	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
		21,88	0	2	0,5	0	0	0,25	0	2	3,75	4,75	6

Значення цільової функції $L(f) = 21,88$, всі подвійні оцінки позитивні, обчислення закінчені. Рішення оптимальне.

Перевірка рішення:

$$L(f) = 23,74 + 2,381,75 + 6,531 + 1,252,97 = 21,88.$$

Друга перевірка:

$$W(T) = 21,36 + 3,75 \times (-4,15) + 4,753,56 + 62,97 = 21,88.$$

Симплексне перетворення в клітці значення цільової функції:

$$L(f) = 18,62 - 6,53 \times (-0,5) / 1 = 18,62 - (-3,265) = 21,88.$$

Таким чином, всі перевірки правильності рішення співпали. У останньому рядку табл. 1.8, а вона називається цільовим рядком, або рядком подвійних оцінок, значення цільової функції (перше число) $L(f) = 21,88$. Останні чотири значення, відповідні $X_8 = 2$, $X_9 = 3,75$, $X_{10} = 4,75$, $X_{11} = 6$ мають сенс ранніх термінів звершення подій, тобто $T_{102} = 2$ роки, $T_{103} = 3,75$ роки, $T_{104} = 4,75$ роки, $T_{105} = 6$ років або $T_{105} = 6 \times 12 = 72$ міс.

Вирішивши зворотну (двоїсту) задачу ми визначили всі значення дугових потоків f_{ij} (стовпець X_0 в табл. 3.8) і ранні терміни звершення подій $T_{i(j)}$, а $T_j - T_i \leq t_{ij}$.

Значно простіше визначити дугові потоки запропонованим методом вирізування вузлів, де слід враховувати те положення, що $f_{ij} > 0$ лише по тих дугах, де загальні резерви часу $R_{ij} = 0$, а для решти дуг $f_{ij} = 0$.

Стисло розглянемо перетворення початкової таблиці 3.3. Наявність негативних значень в рядку подвійних оцінок (при рішенні задачі на

максимум) свідчить про можливість поліпшення вирішення шляхом збільшення цільової функції.

Вибирається найбільша по абсолютній величині негативна оцінка, і стовпець, їй відповідний, називається ключовим. У нашому прикладі це четвертий стовпець f_{24} , де в цільовому рядку знаходиться число - 2,25 (мінус 2,25). Він є претендентом на включення в програму, тобто замість рядків X_{8-11} необхідно включити f_{ij} . Для визначення претендента елементи X_0 діляться відрядкового на елементи стовпця f_{24} . У нашому прикладі мінімальне значення (позитивне) відповідає рядку $X_{10} - 3,56: 1 = 3,56$, цей рядок і називатиметься ключовою. У таблицях ключові стовпці і рядки виділені. Елемент, що знаходиться на перетині ключового рядка і ключового стовпця, називається ключовим елементом.

Таким чином, ключовий стовпець – це такий, який відповідає тому (деталю, попиту, раціону), що включається в програму на даному етапі. Ключовий рядок відповідає тому, що виключається з програми.

При виборі ключового рядка не беруться до уваги рядки, на перетині яких з ключовим стовпцем знаходяться нульові або негативні елементи. У нашому прикладі $[1,36:(-1); -4,15:0; 3,56:1; 2,97:0]$. В даному випадку звертається увага на те, як виконати перетворення, а не чому.

Перетворення матриці починається з ключового рядка, для цього всі її елементи діляться на ключове число, і результат записується в нову таблицю.

Нові значення елементів ключового стовпця завжди рівні нулю, окрім самого ключового елемента, нове значення якого завжди рівне 1.

Для перетворення будь-якого елемента таблиці (окрім елементів ключового рядка) необхідно елемент матриці, який знаходиться на перетині даного стовпця і ключового рядка, помножити на елемент, що знаходиться на перетині даного рядка і ключового стовпця, і цей результат розділити на ключовий елемент. Різниця між старим значенням елемента і отриманим результатом є нове число клітки.

Наприклад: $1,36 - 3,56 \times (-1) / 1 = 1,36 + 3,56 = 4,92$.

Таким чином, перетворюються всі елементи старої таблиці. Якщо подивитися значення цільової функції, то по ітераціях маємо $L(f) = 0; 8,01; 18,4; 34,18; 18,62; 21,88$.

Перетворимо значення X_0 , результати занесені в табл. 3.4 :

$$- 4,15 - 3,56 \times 0 / 1 = - 4,15;$$

$$2,97 - 3,56 \times 0 / 1 = 2,97.$$

Нове значення цільової функції:

$$0 - 3,56 \times (- 2,25) / 1 = 8,01.$$

Всі обчислення нових значень елементів симплексної таблиці проводяться за допомогою елементів матриці, відповідної попередньої ітерації. Слід мати на увазі, що в стовпці не може бути негативних значень. Якщо вони з'являються, то це означає, що був невірно вибраний ключовий рядок (не по мінімальному приватному). Число (f) повинне бути однаковим при розрахунку його двома можливими способами. Неправильний вибір ключового стовпця (не за мінімальною подвійною оцінкою) приводить до збільшення ітерацій.

Таким чином, враховуючи умову доповнюючої нежорсткості:

1. Для будь-якої позитивної двоїстої змінної відповідне обмеження в прямій задачі є жорстким.

2. Для будь-якого обмеження в двоїстій задачі, що немає жорстким, значення відповідної змінної в прямій задачі рівне нулю.

Можна визначити дугові фінансові потоки запропонованим методом вирізування вузлів, що значно спрощує розрахунки і дозволяє з'ясувати економічну інтерпретацію задачі.

Слід додати, що суть першої умови полягає в тому, що дуговий потік (фінансовий потік f_{ij}) $f_{ij} > 0$ для тих операцій $(i, j) \in A$, для яких загальний резерв $R_{ij} = 0$, тобто для критичних робіт моделі, тому жорстким називається обмеження, де завжди дотримується умова $R_{ij} = T_j - T_i - t_{ij} = 0$.

Тому все $(i, j) \in A$, що мають $R_{ij} = 0$, $f_{ij} > 0$, а для решти робіт $R_{ij} > 0$, а $f_{ij} = 0$. Ці умови спрощують розрахунки, що використане в задачі.

Використання симплекс-метода дозволило підтвердити правильність рішення і з'ясувати зв'язок і природу задачі. У разі наявності в обмеженнях задачі значень \geq , \leq приведення до канонічного вигляду скрутно, а за відсутності практики цієї процедури – просто не можливо.

3.3 Відмітні особливості економічної інтерпретації рішення

Економічний аналіз рішення і його тлумачення приведені в компактній табличній формі (табл. 3.10). Одночасно з визначенням невідомих X_{ij} , встановлені двоїсті змінні γ_{ij} і δ_{ij} . Перевірка рішення здійснюється по значеннях цільових функцій прямої і двоїстої задач. Так, значення прямої задачі – $L(x) = \sum C_{ij} X_{ij} = 384$ чол., двоїстої – $Z(f) = T \times V + \sum \gamma_{ij} D_{ij} - \sum \delta_{ij} d_{ij} = 72 \times 2 + 261 - 21 = 384$.

Задача вирішена правильно. Економічна ефективність приведена в табл. 1.10. $L(x) = \sum \Delta n_{ij} = 16$ чол. Це додаткове залучення ресурсів для дотримання $T_3 = 72$ міс. Якби не визначали оптимальні режими виконання комплексів робіт за час X_{ij} , то для дотримання T_3 довелося б узяти $X_{ij} = d_{ij}$, при цьому

$$L(x)^d = \sum C_{ij} D_{ij} - \sum C_{ij} d_{ij} = 400 - 331 = 69 \text{ чел.} - 100\%.$$

Додаткове залучення ресурсів складає 23,2% від 100%, що рівне $\sum \Delta n_{ij}^d = 16$ чол. Це залучення відповідає прямій задачі. Його можна отримати в двоїстій задачі. Для цього слід мати ітерації обчислень (табл. 3.9).

Таблиця 3.9 - Оптимальне рішення

Ітерація	T_{105}	f_{105}	ΔT_i	$f_{105} \Delta T_i$	Сумарний приріст
1	82	1	4	4	4
2	78	2	3	6	10
3	75	2	3	6	16
$T_{\text{задан}} = 72$ Припинення обчислень					

Необхідність ув'язки рішень ПОБ і ППР дозволяє уникнути багатьох додаткових труднощів в практичній роботі органів управління, особливо в умовах програмно-цільового управління.

У даному прикладі в результаті рішення задачі визначення оптимальних термінів звершення подій встановлена тривалість освоєння капвкладень і отримання доходів по відношенню до всього комплексу, зведення якого моделюється КУСГОм.

Отримане рішення, будучи прогнозним, оскільки $T_3 = 6 \text{ років} = 72 \text{ міс.}$, максимізував дохід комплексу і одночасно це виявляється в мінімізації зусиль на найранішій стадії вироблення рішень. Отримані терміни звершення подій є обмеженнями для вироблення ОТР на стадії робочого проекту (ППР).

Вироблення ОТР вже носить конкретний характер, оскільки рівень управління спускається до оперативного, і правильна орієнтація учасників процесу зведення проводиться в такому напрямі: які роботи слід форсувати у виконанні, а які залишити в нормальному ритмі, залежить від місця і ролі робіт, їх зв'язку в КУСГе.

На це питання може відповісти тільки результат рішення задачі. Розроблена нами схема економічного аналізу результатів переслідує дві мету: по-перше, перевірити правильність результату шляхом порівняння значень цільових функцій; по-друге, визначити ефект від порівняння традиційного підходу і прийнятого в задачі підходів.

Таким чином, вироблення ОТР може здійснитися на основі обліку системотехнічного підходу. Проблема полягає в стиковці рішення питання.

Окрім використання потокового алгоритму Форда-Фалкерсона на основі позначок подій, нами виконано рішення задачі двома методами ЛП: М-задача ЛП, для її приведення до канонічного вигляду вирішальну роль грають різносторонні обмеження на невідомі $d_{ij} \leq X_{ij} \leq D_{ij}$, результат приведений в табл. 3.10, 3.11; а також задача розглядається з односторонніми обмеженнями і результат приведений в табл. 3.12, 3.13.

Результати розрахунків співпадають, проте труднощі в реалізації вельми істотні, якщо потокове рішення вимагає три ітерації, то останні два методи мають велику розмірність і число невідомих 33 і 26 (верхній рядок табл. 3.10 і табл. 3.12)

Такі порівняльні розрахунки свідчать про перевагу сітьових методів, як з погляду системної ув'язки в єдиній моделі інтересів учасників складного проекту, так і процедури визначення оптимального рішення в його реалізації. Процедура виконана вперше, супроводжувалася труднощами, але реальні задачі реалізації складних проектів мають значну розмірність і трудність не в ній, а в приведенні задачі на основі КУСГа до канонічного вигляду. Використання моделей на графах і мережах знімає вказані проблеми і дозволяє виробляти ефективні рішення.

Таблиця 3.10 - Економічний аналіз рішення прямої і двоїстої задачі

i - j	T _i	T _j	T _j - T _i	D _{ij}	d _{ij}	X _{ij}	C _{ij}	f _{ij}	C _{ij} D _{ij}	C _{ij} X _{ij}	C _{ij} d _{ij}	γ _{ij}	δ _{ij}	D _{ij} γ _{ij}	d _{ij} δ _{ij}
101-102	0	24	24	24	21	24	3	2	72	72	72	1	-	24	-
101-103	0	45	45	21	15	21	4	0	84	84	60	4	-	84	-
102-103	24	45	21	25	21	21	1	2	25	21	21	-	1	-	21
102-104	24	57	33	27	22	27	5	0	135	125	110	5	-	135	-
103-104	45	57	12	15	12	12	2	2	30	24	24	-	-	-	-
103-105	45	72	27	18	14	18	1	0	18	18	14	1	-	18	-
104-105	57	72	15	18	15	15	2	2	36	30	30	-	-	-	-
Σ									400	384	331			261	21

Цільова функція прямої задачі $L(x) = \sum C_{ij}X_{ij} = 384$.

Цільова функція двоїстої задачі $Z(f) = T \times V + \sum D_{ij}\gamma_{ij} - \sum d_{ij}\delta_{ij} = 72 \times 2 + 261 - 21 = 384$;

$$L(x) = \sum \Delta n_{ij} = \sum C_{ij}D_{ij} - \sum C_{ij}X_{ij} = 400 - 384 = 16 \text{ чол.};$$

$$L(x) = \sum \Delta n^d_{ij} = \sum C_{ij}D_{ij} - \sum C_{ij}d_{ij} = 400 - 331 = 69 \text{ чол.};$$

Додаткове залучення ресурсів складає 23,2% від 100% = 69 чол.

Таблиця 3.14 - Кінцеве (оптимальне) рішення

		3	4	1	5	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
c _j	P ₁₀	x ₀	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉	x ₁₀	x ₁₁	x ₁₂	x ₁₃	x ₁₄	x ₁₅	x _{16...}	x ₁₉	x ₂₀	x ₂₁	x ₂₂	x ₂₃	x ₂₄	x ₂₅	x ₂₆
	x ₈	3								1				1				1		1			1			
	x ₉	0									1			-1				-1		-1			-1			
	x ₁₀	6										1	1													
4	x ₂	21		1									1													
	x ₁₂	4												1	1											
1	x ₃	21			1									-1												
	x ₁₄	5														1	1									
5	x ₄	27				1											1									
	x ₁₆	3																1								
2	x ₅	12					1											-1								
	x ₁₈	4																		1						
1	x ₆	18						1												1						
	x ₂₁	3																			1	1				
2	x ₇	15							1												-1					
	x ₂₂	9																-1	-1	-1		1	-1			
3	x ₁	24	1											1				1		1			1			
	x ₂₄	33											-1						-1					1		
	x ₂₅	14												-1			-1	-1					-1		1	
	x ₂₆	24											-1					1		1						1
		384	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	0	5	1	1	1	0	0	3	0	0	0

Цільова функція прямої задачі:

$$L(f) = 21 \cdot 4 + 21 \cdot 1 + 27 \cdot 5 + 12 \cdot 2 + 18 \cdot 1 + 15 \cdot 2 + 24 \cdot 3 = 384$$

ВИСНОВКИ

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

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

1. Запропонований підхід до визначення календарних термінів освоєння капвкладень з урахуванням формалізації в ЕВМ організаційно-технологічних особливостей вартісних і тимчасових умов дозволив системно підійти до проблеми освоєння інвестицій і на цій основі вирішити завдання, що враховує внутрішні особливості комплексів, що зводяться, визначувані можливостями ОТР і загальними обмеженнями зовнішнього середовища по введенню виробничих потужностей.

2. Розроблений метод визначення термінів освоєння капвкладень на основі потокового алгоритму дозволяє на рівні вибору стратегії визначити оптимальне рішення, що максимізувало доход від задачі комплексу.

3. Рішення задачі освоєння капвкладень пов'язане з багатоваріантним опрацюванням альтернатив, внаслідок чого отримані змінні прямого завдання (терміни звершення подій) і подвійні змінні (фінансові дугові потоки). Подвійні змінні запропоновано визначати на основі вирізування вузлів і обліку умови доповнюючої нежорсткості.

4. Проведено аналітичне порівняння результатів рішень розробленим методом і симплекс-методом. Доведена простота і ефективність нашого підходу, і виявлена природа діалектичної єдності прямої $L(x)$ і подвійною $Z(f)$ завдань, чим підтверджений внутрішній загальний зв'язок природи і її явищ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абрютіна М.С. Економічний облік і аналіз діяльності підприємства. *Питання статистики*. 2010. № 11. С. 34-37.
2. Агужен Г. А. Стратегія підприємства в умовах розвитку ринкової економіки. Донецьк: НАН України; Інститут економіки промисловості 2006. 401с.
3. Азоев Г. Л. Конкуренція: аналіз, стратегія і практика. Київ: Центр економіки і маркетингу, 2011. 208с.
4. Астапов К. Інновації промислових підприємств і економічне зростання. *Економіст*. 2012. №6. С. 44-51.
5. Архипов В., Ветошникова Ю. Стратегії виживання промислових підприємств . *Питання економіки*. 2008 № 12. С139-142.
6. Балабанова Л.В., Фоломкіна І.С. Стратегія і тактика управління фірмою : навч. посіб. Донецьк: ДонНУЕТ, 2015. 398 с.
7. Биба, В.В., Гаташ В.С. Стан та перспективи розвитку будівельної галузі України. *Зб. наук. праць (галузеве машинобудування, будівництво)*. Полтава: ПолтНТУ, 2013. Вип. 4 (39). Том 2 С. 3 – 9.
8. Гевко О.Б., Шведа Н.М. Стратегічне управління: навчальний посібник. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2016. 152 с.
9. Громадченко В.Ю., Ткачук М.М., Білецький А.А., Клімов С.В. Виробнича база будівництва: навч. посібник. Рівне: НУВГП, 2011. 142 с.
10. Герасимчук В.Г. Стратегічне управління підприємством. Графічне моделювання: навч. посіб. Київ: КНЕУ, 2000. 360 с.
11. Герасимчук В.Г. Розвиток підприємства: діагностика, стратегія, ефективність. Київ: Вища шк., 2005. 268 с.
12. Головка Т.В., Сагова С.В. Стратегічний аналіз: навчально-методичний посібник для самост.вивч. дисципліни/За ред. проф. М.В. Кужельного. Київ.: КНЕУ, 2012. 198 с.
13. Гордієнко П.Л. Стратегічний аналіз. Київ: Алерта, 2008. 480с.

14. Данциг Дж., Фалкерсон Д.Р. Теорема о максимальном потоке и минимальном разрезе в сетях. В кн.: Линейные неравенства и смежные вопросы: пер. с англ./ Под ред. Л.В. Канторовича и В.В. Новожилова. Москва:Ил., 1969. С. 318–324.
15. ДБН А.3.1-5-2016. Управління, організація і технологія: Організація будівельного виробництва. [Чинний від 2016–05–05]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2016. 49 с.
16. ДСТУ 8302:2015 Бібліографічні посилання. Загальні положення та правила складання. [Чинний від 2016-07-01] Вид. офіц.. Київ: ДП «Укр НДНЦ», 2016. 20 с.
17. 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.
18. Залуин В. Ф. Стратегія і тактика будівельної фірми в умовах ринку. Дніпропетровськ: Придніпровський науковий вісник, 1998. 240с.
19. Іванов Ю.Б., Тищенко А.Н., Дробитько Н.А., Абрамова О.С. Конкуренентоспроможність підприємства: оцінка, діагностика, стратегія. Харків: ХНЭУ, 2014. 255с.
20. Кіндрацька Г.І. Основи стратегічного менеджменту: навч. посібник. Львів: КІНПАТРИ ЛТД, 2003. 264с.
21. Ландик В. І. Інноваційна стратегія підприємства: проблеми і досвід їх рішення. Київ, Наук. думання, 2013. 363 с.
22. Марчук Т.С. Системний підхід до визначення конкурентноздатності будівельної організації. Формування ринкових відносин в Україні: Наук. зб. Вип. 4. Київ : НДЕІ, 2009. С.130-133.
23. Наукові основи розвитку будівельної галузі України: монографія / В. А. Банах, І. Д. Павлов, А. В. Радкевич та ін.; ред. І. А. Арутюнян. Запоріжжя : ЗДІА, 2017. - 460 с.
24. Немцов В. Д., Довгань Л. Є., Сініок Г. Ф. Менеджмент організацій : навч. Посібник. Київ: ЕксОб, 2011. 388 с.

25. Оберемчук В. Ф. Стратегія підприємства: короткий курс лекцій. Київ: МАУП, 2000. 127 с.
26. Осовська Г.В., Фіщук О.Л., Жалінська І.В. Стратегічний менеджмент: теорія та практика: навч. посіб. Київ: Кондор, 2013.
27. Покропивний С.Ф., Колот В.М. Підприємництво: стратегія, організація, ефективність. Київ: КНЕУ, 2008. 352 с.
28. Портер М., Майкл Е. Стратегія конкуренції: Пер. з англ.; А. Олійник, Р. Скільський. Київ: Основи, 2008. 390 с.
29. Редченко К.І. Стратегічний аналіз у бізнесі: навч. посіб. Видання 2-ге, доповнене. Львів: „Новий світ-2000”, 2003. 272 с.
30. Сладкевич В. П. Сучасний менеджмент: (у схемах): Опорний конспект лекцій . Київ: МАУП, 2000. 112 с.
31. Соболев Ю. В., Дикань В. Л., Дейнека А. Г., Позднякова Л. А. Стратегія підприємства і стратегічний менеджмент: навчань. посібник. Харків: Олант, 2012. 415 с.
32. Сич В. В. Стратегія інноваційного розвитку підприємства: дис... канд. екон. наук: 08.06.01. Донецьк: Інститут економіки промисловості 1998. 174с.
33. Тянь Р.Б., Ткаченко В.А. Планирование и контроль деятельности предприятий: учебник. Днепропетровск: Наука и образование, 2003. 300с.
34. Тянь Р.Б., Холод Б.І., Ткаченко В.А. Управління проектами: навч. посібник. Дніпропетровськ: Дніпропетровська академія управління бізнесу та права, 2000. 224с.
35. Тянь Р.Б., Чернышук Н.М. Организация производства: уч. пособие. / Дніпропетровськ: Наука і освіта, 1999. 264с.
36. Федоровский В. А. Стратегія фінансового оздоровлення підприємства. Миколаїв: НЦП "ЭОЛИС", 2009. 67 с.
37. Фаріон І.Д., Фецович Т.Р. Аналіз стратегії розвитку при застосуванні інформаційних технологій. URL: http://www.nbuu.gov.ua/portal/natural/Nvuu/Ekon/2010_29_1/statti/42.htm.

38. Chandler A.D. Strategy and Structure : A Chapter in the History of Industrial Enterprises. Cambridge, Mass, MIT Press, 1962
39. Шершньова З.Є. Стратегічне управління: підручник. 2-ге вид., перероб. і доп. Київ: КНЕУ, 2004. 699с.
40. Шульга Г.А. Стратегія підприємства: конспект лекцій. Харків: ХГЭУ, 2003. 80с.
41. Thompson A.A., Strickland J. III. Strategic Management: Concept and Cases. 1987. 4-th ed. University of Alabama, Business Publication Inc., Piano, Texas.
42. Cooper W. Data Envelopment Analysis, Springer / W. Cooper, L. Seiford, K. Tone. - Science+Business Media, 2007.