

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

Кафедра технології будівельного виробництва

РОЗШИРЕНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ

з дисципліни «Прогнозування параметрів і оптимізація організаційно-технологічних рішень»

для здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії

за освітньо-науковою програмою підготовки

«Будівництво та цивільна інженерія»

за спеціальністю **192 «Будівництво та цивільна інженерія»**

Расширений план лекцій розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри технології будівельного виробництва, протокол № 8 від 1 квітня 2021 року.

УКЛАДАЧІ: д.т.н., професор Менайлюк О. І.
к.т.н., асистент Нікіфоров О. Л.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Грішин А.В. – Завідувач кафедри теоретичної та прикладної механіки, д.т.н., професор Одеського національного морського університету

Карпюк В.М. – професор кафедри залізобетонних та транспортних споруд, д.т.н., професор

У розширеному плану лекцій наведено плани проведення занять, основні джерела інформації за темами лекцій та питання для самостійного вивчення курсу «Прогнозування параметрів і оптимізація організаційно-технологічних рішень» здобувачами вищої освіти ступеня доктора філософії за освітньо-науковою програмою підготовки «Будівництво та цивільна інженерія» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

ВІДПОВІДАЛЬНИЙ ЗА ВИДАННЯ:

завідувач кафедри технології будівельного виробництва,
д.т.н., професор Менайлюк О.І.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
Лекція № 1. МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ, ЩО МОЖУТЬ ВИКОРИСТОВУВАТИСЯ В БУДІВНИЦТВІ	5
Лекція № 2. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ МЕТОДИКИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО- СТАТИСТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ ОРГАНІЗАЦІЙНО- ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ.....	10
Лекція № 3. ТИПИ ЗАДАЧ, ЩО ВИНΙΚАЮТЬ ПРИ ОПТИМІЗАЦІЇ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ.....	13
Лекція № 4. АЛГОРИТМ ПРОГНОЗУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТА ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНИХ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ, В ТОМУ ЧИСЛІ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ, РИЗИКІВ ТА ОБМЕЖЕНЬ.....	18
Лекція № 5. ПРОГНОЗУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТА ВИБІР ЕФЕКТИВНИХ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ РІШЕНЬ НА ПРИКЛАДІ БУДІВНИЦТВА ТОРГОВЕЛЬНО-РОЗВАЖАЛЬНОГО ЦЕНТРУ	24
Лекція № 6. ПРОГНОЗУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТА ВИБІР ЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ПРИКЛАДІ РЕКОНСТРУКЦІЇ ІНЖЕНЕРНОЇ СПОРУДИ	32
Лекція № 7. ОПТИМІЗАЦІЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ НА ПРИКЛАДІ УПРАВЛІННЯ БУДІВЕЛЬНИМ ПІДПРИЄМСТВОМ	41
Лекція № 8. МОЖЛИВІ ПЕРСПЕКТИВНІ ОБЛАСТІ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДИКИ, ЩО РОЗГЛЯДАЄТЬСЯ	54

ВСТУП

Дисципліна «Прогнозування параметрів і оптимізація організаційно-технологічних рішень» вивчається здобувачами вищої освіти ступеня доктора філософії за освітньо-науковою програмою підготовки «Будівництво та цивільна інженерія» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія». Обсяг дисципліни складає 3 кредити ECTS (90 академічних годин). У відповідності з навчальним планом лекційний курс складає 30 годин.

Основне завдання - формування у майбутніх фахівців основних професійних компетентностей: здатність до чисельних методів розв'язання задач оптимізації та прогнозування параметрів організаційно-технологічних рішень складних систем (будівництва складних промислових, цивільних комплексів, будівельних підприємств тощо), у тому числі, в умовах невизначеності, ризиків та обмежень.

Даний розширений план лекцій викладений у вигляді планів проведення занять і контрольних питань, складених з метою допомоги здобувачам у самостійному вивченні розділів дисципліни «Прогнозування параметрів і оптимізація організаційно-технологічних рішень». Контрольні питання складено згідно з наведеною літературою. Методика викладання – від простого до складного.

Даний розгорнутий план лекцій відповідає робочій програмі навчальної дисципліни «Прогнозування параметрів і оптимізація організаційно-технологічних рішень» за освітньо-науковою програмою підготовки «Будівництво та цивільна інженерія» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Лекція № 1.

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ, ЩО МОЖУТЬ ВИКОРИСТОВУВАТИСЯ В БУДІВНИЦТВІ

(4 год.)

План лекції

1. Загальні дані.
2. Опис методів чисельного моделювання та оптимізації.
3. Переваги експериментально-статистичного моделювання.

Основні поняття

Для вибору ефективних будівельних рішень необхідно проведення їхнього порівняння, яке для складних, багатоаспектних об'єктів потребує аналітичного підходу. Нижче приведені результати аналіз пошуку ефективних інвестиційно-будівельних проектів (табл. 1.1).

Лінійне програмування полягає в побудові системи лінійних рівнянь або нерівностей, із заданою точністю описують досліджувані процеси. Рішення (або сукупність рішень) системи рівнянь або нерівностей дозволяє за допомогою математичних методів, або за допомогою експертної оцінки прийняти обґрунтоване управлінське рішення. Формалізувати будівельне виробництво у вигляді системи рівнянь не завжди представляється можливим через відсутність кількісних механізмів залежності критеріїв оптимізації від досліджуваних факторів.

Нелінійне програмування відрізняється від лінійного більш високим ступенем розглянутих рівнянь або нерівностей. Таким чином, нелінійне програмування дозволяє вирішувати завдання більш складного рівня, ніж у лінійного. Однак інші недоліки лінійного програмування, розглянуті вище, залишаються і в разі застосування нелінійного програмування.

Таблиця 1.1 – Аналіз способів пошуку ефективних рішень

Найменування числового методу	Переваги	Недоліки
Оптимізація з допомогою теорії графів	Висока ступінь адаптації до умов інвестиційно-будівельного проекту.	Висока трудомісткість створення моделей; трудність оптимізації за кількома критеріями відразу; неможливість застосування порівняльних засобів графічного аналізу.
Оптимізація комбінаторним методом	Точне визначення оптимального рішення.	Надзвичайно висока трудомісткість визначення оптимуму внаслідок прямого перебору варіантів.
Лінійне програмування	Точне визначення оптимального рішення.	Складність при складанні коректних математичних моделей через відсутність кількісних механізмів залежності критеріїв оптимізації від досліджуваних факторів; використання моделей першого ступеня не завжди коректно відображає існуючі залежності.
Нелінійне програмування	Застосування високих ступенів полінома дозволяє будувати високоточні математичні моделі.	Ті самі недоліки, що і у лінійного програмування.
Динамічне програмування	Можливість прийняття ланцюжка оптимальних управлінських рішень.	Вузька область розв'язуваних методом завдань; неможливість завдання обмежень за критеріями оптимізації і меж варіювання досліджуваних факторів.
Експериментально-статистичне моделювання	Відносно низька трудомісткість створення математичних моделей з заданою точністю; можливість застосування графічного аналізу, введення обмежень.	Для вирішення поставлених задач не виявлено.

Теорія графів розглядає будь-який процес, який досліджується у вигляді його графічного зображення – графа. Граф являє собою сукупність вершин і ребер, де ребрами позначені процеси, а вершинами – події або віхи. У вигляді графа представляють мережеві моделі. Мережеві моделі дозволяють оптимізувати будівельний процес за різними критеріями: часу, споживання трудових, фінансових і матеріальних ресурсів. Однак побудова мережевої моделі надзвичайно трудомістка, оптимізувати її за кількома критеріями

одночасно складно. До недоліків мережевих моделей можна віднести низьку можливість до порівняння різних варіантів, в тому числі, за допомогою графічного аналізу.

Комбінаторний метод передбачає побудову варіантів моделей виробничих процесів і їх прямий перебір. Комбінаторний метод надзвичайно трудомісткий: він вимагає не тільки побудови досить складних моделей, якими є моделі будівельного виробництва, а й великої кількості цих моделей, так як перебір часто ведеться «наосліп», без заздалегідь затвердженого плану.

Завдання багатоетапної оптимізації називаються завданнями динамічного програмування. Таке програмування застосовується в разі, коли необхідно прийняти послідовно декілька управлінських рішень. Цей метод враховує вплив попереднього рішення на наступний вибір. Класичним завданням динамічного програмування є задача про розподіл ресурсів. До недоліків методу в умовах розглянутих задач можна віднести: вузьку область розв'язуваних цим методом завдань; неможливість завдання обмежень за критеріями оптимізації та меж варіювання досліджуваних факторів.

Експериментально-статистичне моделювання полягає в побудові серії моделей процесів згідно плану, а також в подальшому знаходженні залежностей між критеріями оптимізації і факторами, які досліджуються. Застосування теорії планування дозволяє оптимізувати (скоротити) план чисельного експерименту. Це знижує трудомісткість проведення досліджень практично без втрати точності. Застосування математичної статистики дозволяє знаходити такі залежності між показниками і факторами, характер яких теоретично встановити неможливо або дуже важко.

Чисельний експеримент по визначенню залежностей між обраними показниками і факторами, що впливають на них, доцільно виконувати з використанням математичної теорії планування експерименту. Вона є основною складовою теорії експериментально-статистичного моделювання.

Застосування математичної статистики дозволяє знаходити такі залежності між показниками і факторами, характер яких теоретично встановити неможливо або дуже важко. У порівнянні з розглянутими вище методами експериментально-статистичне моделювання має наступні переваги:

- дає можливість побудувати емпіричні залежності, що дозволяє знайти закономірності, складно формалізуються;
- дозволяє в ході аналізу вжити оптимальне управлінське рішення по декільком критеріям відразу;
- дозволяє ранжувати фактори за ступеня їх впливу на критерій оптимізації;
- дає широкі можливості застосування графічного аналізу;
- дозволяє вирішувати практичні задачі шляхом введення одного або декількох обмежень, як за рівнем досліджуваних факторів, так і за значенням критеріїв оптимізації.

Література

1. Myers R. Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments (2nd ed.) / R. Myers R., D. Montgomery // John Wiley & Sons, 2002. – 814 p.
2. Вознесенский В.А. Компьютерное материаловедение, экспериментально-статистическое моделирование и оптимизация композиционных строительных материалов / В.А. Вознесенский // Строительство в России: Прогресс науки и техники. – М. : РИА. – 1993. – С. 97-101.
3. Глухов В. В. Математические методы и модели для менеджмента (2 -е изд., испр. и доп.) / Глухов В. В., Медников М. Д., Коробко С. Б. — СПб. : Издательство «Лань», 2005. — 528 с.
4. Гультияев, А. В. Визуальное моделирование в среде MATLAB : учебный курс. – СПб. : Питер, 2000. – 432 с.

5. Ермаков, С. М. Статистическое моделирование : учеб. пособие / С. М. Ермаков, Г. А. Михайлов. – М. : Наука, 1982. – 296 с.
6. Краковский, Г.И. Планирование экспериментов / Г.И. Краковский, Г.Ф. Филаретов. – Минск: БГУ, 1982. – 757 с.
7. Налимов, В.В. Логические основания планирования эксперимента / В.В. Налимов, Т.И. Голикова. – М.: Металлургия, 1976. – 128 с.
8. Пригарин, С. М. Методы численного моделирования случайных процессов и полей. – Новосибирск : ИВМиМГ СО РАН, 2005. – 259 с.
9. Филлипс Д. Методы анализа сетей: пер. с англ. / Филлипс Д., Гарсиа Диас А. — М. : Мир, 1984. — 496 с.
10. Шалигин, А. С. Прикладные методы статистического моделирования / А. С. Шалигин, Ю. И. Палагин. – Л. : Машиностроение, 1986. – 320 с.

Питання для самостійного вивчення лекції

1. Які відомі методи чисельної оптимізації Ви знаєте? Які з них можливо використовувати при оптимізації організаційно-технологічних рішень та чому?
2. Які види будівельних рішень можливо чисельно оптимізувати? Яким чином це робиться?
3. В чому різниця між комбінаторним методом та динамічним програмуванням?
4. Що таке експериментально-статистичне моделювання?
5. Яке місце у експериментально-статистичному моделюванні займає теорія планування експериментів?

Лекція № 2.

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ МЕТОДИКИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-СТАТИСТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ

(4 год.)

План

1. Експериментально-статистичне (ЕС) моделювання в визначеннях.
2. Експеримент в визначеннях.

Основні поняття

Експериментально-статистичне моделювання складається з двох основних частин: з експерименту (в лабораторії або чисельного) і статистичної (математичної) обробки його результатів. Для цього створюють математичні моделі за результатами експериментів (аналітичні і графічні) за допомогою статистики.

Тому експеримент разом зі статичною (математичною) обробкою і побудовою графічних закономірностей (моделей) прийнято називати експериментально-статистичним моделюванням.

Математичне моделювання – це засіб вивчення реального об'єкта, процесу або системи шляхом їх заміни математичної моделі, більш зручною для експериментального дослідження за допомогою персонального комп'ютера. Під плануванням експерименту розуміється процедура вибору числа дослідів і умов їх проведення, необхідних для вирішення поставленого завдання з необхідною точністю.

Вхідні змінні (фактори) визначають стан об'єкта.

Вихідні змінні (відгуки) – це важливі для цілей експерименту реакції на вплив вхідних змінних.

Математична модель є наближеним представленням реальних об'єктів, процесів або систем, вираженим в математичних термінах і зберігає суттєві риси оригіналу.

Кожен фактор X_i в силу об'єктивних причин існує лише в деякому діапазоні, а в експерименті приймається в певних межах, так званім **розмахом варіювання**: $X_{i.min} < X_i < X_{i.max}$. Половина розмаху носить назву **інтервалу варіювання** X_i , а середина діапазону варіювання X_{0i} – **основного рівня фактора**.

План експерименту – набір інструкцій щодо проведення експерименту, в яких вказується послідовність роботи, характер і величина змін перемінних (факторів) та даються вказівки на проведення повторних експериментів.

Послідовність проведення експерименту – порядок, в якому вносяться зміни в роботу випробувальної апаратури.

Контрольований експеримент – це експеримент, який обмежує вплив зовнішніх змінних.

Зовнішня змінна – параметр, який впливає на експеримент, що змінюється випадковим, що не контрольованим чином.

Література

1. Навчальний посібник для виконання випускної магістерської роботи для студентів освітнього рівня «магістр» за професійною програмою «Промислове і цивільне будівництво» спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія». Менайлюк О.І., Галушко В.О., Никифоров А.Л., Черепашук Л.А. Одеса, 2019 – 150 с.
2. Навчальний посібник для виконання випускної магістерської роботи для студентів освітнього рівня «магістр» за освітньо-науковою програмою «Промислове і цивільне будівництво» спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія». Менайлюк О.І., Галушко В.О., Дмитрієва Н.В. Одеса, 2020 – 138 с.

3. Вознесенский В.А., Ляшенко Т.В., Огарков Б.Л. Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ. – К., Высшая школа, 1989. – 328 с.
4. Методичні вказівки до курсової роботи за курсом «Оптимізація інженерних рішень в міському господарстві», Кровяков С.О., Одеса 2012.

Питання для самостійного вивчення лекції

1. Розкрийте сутність експериментального методу.
2. Дайте визначення поняття «чисельний експеримент».
3. Які програми для реалізації цієї методики Ви знаєте?
4. Що таке кореляційно-регресійний аналіз?
5. Що таке принцип «чорного ящика»?

Лекція № 3.

ТИПИ ЗАДАЧ, ЩО ВИНИКАЮТЬ ПРИ ОПТИМІЗАЦІЇ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ

(2 год.)

План лекції

1. Приклади завдань, вирішення яких можливо при використанні методики оптимізації на основі експериментально-статистичного моделювання.
2. Види завдань, вирішення яких можливе при використанні методики оптимізації.
3. Типи завдання, постановка яких можлива в методі оптимізації на основі експериментально-статистичного моделювання.

Основні поняття

Для оптимізації організаційно-технологічних рішень пропонується використовувати експериментально-статистичне (далі – ЕС) моделювання та оптимізацію розглянутих проектів із застосуванням методів математичної статистики, теорії планування експериментів і сучасних програмних продуктів в області управління проектами.

Наведемо приклади завдань, вирішення яких буде можливо при використанні пропонованих методів:

- прогнозування результату при варіюванні організаційними режимами будівельного виробництва в умовах мінливої фінансової ситуації;
- вибір і обґрунтування технологічної схеми виробництва робіт в порівнянні з наявними альтернативами;
- вибір раціональної суміщеності робіт та інших режимів інтенсифікації будівельного виробництва;
- вибір оптимального варіанта реалізації будівельного проекту при великій кількості учасників, враховуючи і максимально задовольняючи інтереси кожного.

- вибір ефективних варіантів суміщення різних технологій, джерел фінансування;
- рішення ресурсних конфліктів і вибір оптимальної схеми суміщеності різних будівельних проектів, які виконуються однією організацією.

Розглянемо завдання, вирішення яких можливе при використанні методики оптимізації. Відзначимо, що є можливі різні типи і види рішення запропонованих завдань. Вид 1 характеризується розглядом виключно процесу виконання будівельно-монтажних робіт, в той час як вид 2 розглядає процес реалізації будівельного проекту повністю, як інвестиційно-будівельний проект, наприклад, при модернізації і зміні цільового призначення об'єкта. Відповідно, вид 1 більше зачіпає рішення організаційно-технологічних задач і ресурсних конфліктів, оптимізацію технічних рішень, тоді як вид 2 – рішення задач оптимізації схем фінансування та розподілу грошових потоків. Різні й формати оптимізаційних рішень: для виду 1 це графік виконання робіт, графіки споживання трудових і фінансових ресурсів, потреби в машинах і механізмах, що відображають обрану модель будівельного виробництва, для виду 2 – таблиця грошових потоків по проекту, що відображає обрану модель при заданих обмеженнях і містить показники ефективності будівельного проекту по кожному з періодів і в цілому по проекту, а також укрупнені графіки виконання робіт, що містять детальну фінансово-економічну інформацію по проекту.

Опішемо типи задач, постановка яких можлива в цій методіці:

1. Оцінка впливу і вибір оптимальних значень організаційно-технологічних факторів при заданих фінансово-економічних умовах (порівняння, вибір і обґрунтування стратегії організаційно-технологічних рішень):
 - при заданій схемі фінансування, структурі та термінах фінансування, складі учасників;
 - при заданому рівні інфляції, ставці оподаткування, ставці амортизаційних відрахувань;

- при заданих нормі дисконту, внутрішній нормі прибутковості та інших базових показниках бізнес-плану, прийнятих умовно оптимальними;
 - при заданому методі обліку вкладень власних ресурсів:
 - метод альтернативних проєктів;
 - метод альтернативних витрат.
2. Оцінка впливу і вибір оптимальних значень фінансово-економічних факторів при заданих організаційно-технологічних умовах (порівняння, вибір і обґрунтування стратегії фінансово-економічних рішень):
 - при заданому вирішенні ресурсної/часової задачі;
 - при заданому методі розрахунку календарного плану:
 - метод критичного шляху;
 - метод безперервного використання ресурсів;
 - метод безперервного освоєння фронтів робіт.
 - при суміщенні процесів з мінімальними або керованими резервами часу.
 3. Вибір ефективної стратегії (фінансово-економічної та організаційно-технологічної) реалізації будівельного проєкту при існуючих обмеженнях.
 4. Оцінка ризиків використання обраної стратегії реалізації будівельного проєкту (оптимальної або декількох раціональних моделей) при заданих умовах за допомогою методу Монте-Карло або ізопараметричного аналізу.
 5. Аналіз і оцінка фінансово-економічної та організаційно-технологічної стратегії для реалізованих моделей однотипних будівельних проєктів.

Для всіх типів і видів завдань можливий розгляд як одиничного проєкту, так і груп будівельних проєктів.

Література

1. Болотин С. А. Организация строительного производства / Болотин С.А., Вихров А. Н.–М. : Издательский центр «Академия», 2007. – 208с.
2. Виленский П. Л. Оценка эффективности инвестиций / Виленский П. Л., Лившиц В. Н., Смоляк С.А. – М. : Дело, 2002. – 888с.
3. Вознесенский В.А. Статические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях / Вознесенский В.А.–М. : Статистика, 1974. – 192 с.
4. Вознесенский В.А. Изопараметрический анализ кинетики изменения вероятностных показателей водопоглощения мелкозернистого бетона с полифункциональной добавкой / Вознесенский В.А., Коваль С. В., Ляшенко Т.В. и др. // Работоспособность строительных материалов при воздействии различных эксплуатационных факторов: Межвуз. сб. науч.тр. – Казань : КИСИ. – 1990. – С.54-60.
5. Зуховицкий С.И. Математические методы сетевого планирования / С.И.Зуховицкий, И.А. Радчик–М. : Наука, 1965. – 296 с.
6. Игонина Л.Л. Инвестиции : учеб. пособие / Игонина Л.Л.; под ред. д-ра экон. наук, проф. В.А. Слепова. – М. : Экономист, 2005. – 478 с.
7. Киселёва Н. В. Инвестиционная деятельность / Киселёва Н. В., Боровикова Т. В., Захарова Г. В. и др. ; под ред. Подшиваленко Г. П. и Киселёвой Н. В. – М. : Кнорус, 2006 г. – 432 с.
8. Кузнецов Б. Т. Инвестиции / Кузнецов Б. Т. М.: Юнити, 2006. – 679с.
9. Ляшенко Т.В. Использование метода Монте-Карло при анализе взаимосвязи между полями реологических показателей композиций для отделочных работ / Т.В.Ляшенко, В.А. Вознесенский, Т.И. Пищева, Я.Иванов // Вісник ОДАБА. – Одеса: Місто майстрів. – 2001. – Вип. 3. – С. 57-64.

Питання для самостійного вивчення лекції

1. Особливості форми «чисельний експеримент». Наведіть приклади робіт за даною формою.
2. Наведіть приклади завдань, вирішення яких буде можливо при використанні запропонованої методики оптимізації організаційно-технологічних рішень.
3. В чому різниця між видами завдань, постановка яких можлива в рамках запропонованої методики оптимізації організаційно-технологічних рішень?
4. Перелічіть типи задач, що виникають при оптимізації організаційно-технологічних рішень.
5. Які найбільш поширені показники організаційно-технологічних рішень Ви знаєте? Які знаєте фактори (організаційні, технологічні, конструктивні)?

Лекція № 4.

АЛГОРИТМ ПРОГНОЗУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТА ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНИХ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ, В ТОМУ ЧИСЛІ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ, РИЗИКІВ ТА ОБМЕЖЕНЬ

(2 год.)

План лекції

1. Блок-схема методики вибору будівельних рішень за допомогою чисельного експерименту.
2. Докладний алгоритм прогнозування параметрів та вибору оптимальних організаційно-технологічних рішень.
3. Методи для інтерпретації результатів експериментально-статистичного моделювання.

Основні поняття

Запропонована методика оптимізації організаційно-технологічних рішень реалізується за допомогою алгоритму, показаного на рисунку 4.1. Він включає в себе аналіз проектно-кошторисної документації (для реконструкції – результатів обстежень), розробку організаційно-технологічних моделей процесу будівництва або реконструкції, математичне моделювання закономірностей зміни показників і їх подальшу оптимізацію відповідно до заданих обмежень.

Нижче більш докладно описані приведені на рис. 4.1 етапи.

1. Розробка і аналіз проектно-кошторисної документації і визначення вихідних даних для оптимізаційного дослідження.
 - Розробка проектно-кошторисної документації: креслень стадії П, проекту організації будівництва, локального, зведеного кошторисних розрахунків, і т. п. (при необхідності).

- Пошук альтернатив базового проекту, складання номенклатури, розрахунок трудовитрат і розцінок на комплекси робіт (при необхідності).

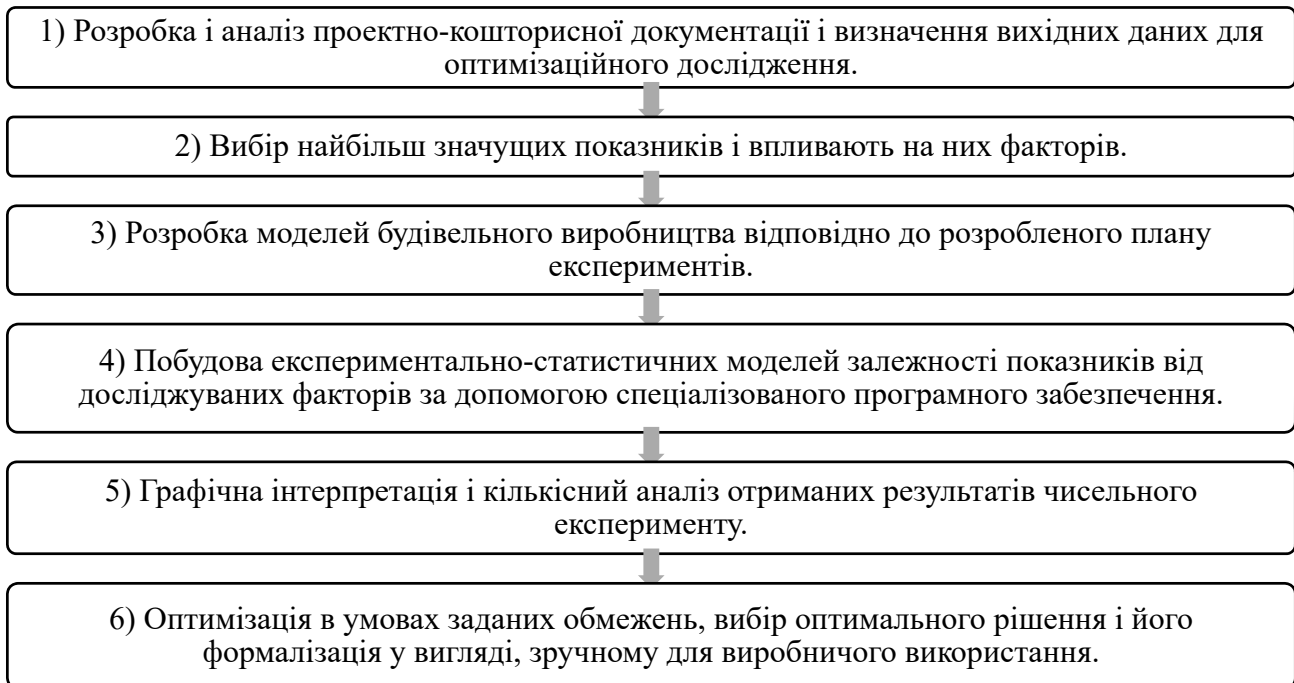


Рисунок 3.14 – Блок-схема методики вибору будівельних рішень за допомогою чисельного експерименту

2. Вибір найбільш значущих показників, і факторів які впливають на них.
 - Призначення ступенів ризиків реалізації обраних організаційно-технологічних і фінансово-економічних схем.
 - Аналіз фінансово-економічних та організаційно-технологічних результатів завершених будівельних проектів.
 - Визначення найбільш важливих показників і факторів, які впливають на них.
3. Розробка моделей будівельного виробництва відповідно до розробленого плану експериментів.

- Побудова та обґрунтування плану проведення експерименту, перевірка його адекватності реальним умовам по організаційно-технологічним і / або фінансово-економічним критеріям.
 - Побудова експериментальних моделей виробництва будівельних проектів за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення відповідно до плану проведення експерименту.
4. Побудова експериментально-статистичних моделей залежності показників від досліджуваних факторів за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення.
- Визначення гранично допустимої похибки і помилки експерименту.
 - Побудова експериментально-статистичних моделей залежності обраних показників від досліджуваних факторів за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення для обробки експериментальних даних.
5. Графічна інтерпретація і кількісний аналіз отриманих результатів чисельного експерименту.
- Попередній аналіз найбільш загальних закономірностей дослідження шляхом аналізу матриці результатів експерименту.
 - Якісний аналіз результатів за отриманими аналітичними моделями зміни показників.
 - Ранжування факторів за ступенем впливу на показники в зоні максимумів і мінімумів, середніх значень і синергізму (при необхідності).
 - Проведення експериментальних досліджень з меншою кількістю факторів або з обмеженням області варіювання факторів (при необхідності).
 - Побудова базових багатовимірних графіків залежності показників від усіх досліджуваних факторів, їх аналіз та пошук областей факторного простору, що містять точки оптимуму.

- Вивчення деяких областей факторного простору шляхом побудови моделей з використанням імовірно оптимальних організаційно-технологічних режимів.
 - Порівняння декількох точок оптимуму за обраними критеріями: організаційними, технологічними, фінансовими та ін. (при необхідності).
 - Побудова багато- і одновимірних графіків з введенням обмежень за значеннями показників і факторів.
6. Оптимізація в умовах заданих обмежень, вибір оптимального рішення і його формалізація у вигляді, зручному для виробничого використання.
- Оптимізація отриманих залежностей в умовах заданих обмежень за значеннями показників або рівнями факторів.
 - Кількісний аналіз отриманих залежностей і прийняття оптимальних фінансово-економічних та організаційно-технологічних рішень.
 - Приведення знайдених оптимальних рішень в вид, придатний для виробничого використання:
 - календарний графік виконання будівельно-монтажних робіт;
 - графіки споживання трудових і фінансових ресурсів, потреби в машинах і механізмах, що відображають обрану модель будівельного виробництва;
 - технологічні карти на виробництво будівельно-монтажних робіт методами, визнаними оптимальними за результатами дослідження;
 - таблиця грошових потоків за проектом, що відображає обрану модель при заданих обмеженнях і містить показники ефективності будівельного проекту по кожному з періодів і в цілому по проекту;
 - укрупнені графіки реалізації будівельного проекту, що містять детальну фінансово-економічну інформацію по проекту.

Наведений вище алгоритм вимагає використання спеціальних методів для інтерпретації результатів експериментально-статистичного моделювання. Перелічимо основні з них:

- побудова ЕС-моделі на підставі результатів чисельного експерименту, що представляє собою залежності між розглянутими показниками і факторами, які впливають на них;
- побудова на основі моделі одно- та / або багатовимірних графіків і їх інтерпретація;
- побудова графіків впливу фактора на показник в зонах максимумів, мінімумів показника і середніх значень факторів;
- ранжування ступеня впливу факторів на показник;
- порівняльна оцінка управляючих впливів (одного або декількох факторів) на даний показник;
- введення обмежень (організаційного, технологічного, фінансово-економічного, нормативного або іншого характеру), або величин досліджуваних показників, або границь варіювання рівнів факторів;
- побудова спеціалізованих діаграм залежності показників від факторів, що впливають в разі інтерпретації взаємозалежних вхідних параметрів (наприклад, «сумішевих трикутників» – тернарних графіків залежності показників від факторів);
- вивчення змін комплексних показників ПР при варіюванні рівнів факторів і визначення ефективних рішень при їх найкращих значеннях при заданих обмеженнях.

Література

1. Менейлюк А. И. Оптимизация организационно-технологических решений реконструкции высотных инженерных сооружений / А. И. Менейлюк, М.

- Н. Ершов, А. Л. Никифоров, И. А. Меньлюк. – К.: ТОВ НВП «Інтерсервіс», 2016. – 332 с.
2. Навчальний посібник для виконання випускної магістерської роботи для студентів освітнього рівня «магістр» за професійною програмою «Промислове і цивільне будівництво» спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія». Меньлюк О.І., Галушко В.О., Никифоров А.Л., Черепашук Л.А. Одеса, 2019 – 150 с.
 3. Навчальний посібник для виконання випускної магістерської роботи для студентів освітнього рівня «магістр» за освітньо-науковою програмою «Промислове і цивільне будівництво» спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія». Меньлюк О.І., Галушко В.О., Дмитрієва Н.В. Одеса, 2020 – 138 с.
 4. Вознесенский В.А., Ляшенко Т.В., Огарков Б.Л. Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ. – К., Высшая школа, 1989. – 328 с.
 5. Методичні вказівки до курсової роботи за курсом «Оптимізація інженерних рішень в міському господарстві». Кровяков С.О., Одеса 2012. – 58 с.

Питання для самостійного вивчення лекції

1. В чому загальний алгоритм експериментально-статистичного моделювання?
2. Склад та зміст проектної документації.
3. Яким чином виконується графічна обробка результатів експерименту? Які програми для цього Ви знаєте?
4. Особливості використання програми MS Projekt?
5. Використання програми Primavera при аналізі будівельних проектів?

Лекція № 5.

ПРОГНОЗУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТА ВИБІР ЕФЕКТИВНИХ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ РІШЕНЬ НА ПРИКЛАДІ БУДІВНИЦТВА ТОРГОВЕЛЬНО-РОЗВАЖАЛЬНОГО ЦЕНТРУ

(4 год.)

План лекції

1. Алгоритм дослідження.
2. Результати чисельного експерименту.
3. Залежність вартості проведення робіт від факторів, які досліджуються.
4. Залежність тривалості від факторів, які досліджуються.

Основні поняття

Для оцінки ефективності організаційних рішень при будівництві торгово-розважального центру запропоновано використовувати теорію експериментально-статистичного моделювання. Суть такого моделювання полягає в спостереженні за досліджуваною системою шляхом фіксації значень вихідних параметрів при завданні значень вхідних. При цьому, в цьому дослідженні система представлена у вигляді графіка виконання робіт. Алгоритм експериментально-статистичного моделювання показаний на рис 5.1.

Досліджуються наступні показники:

- Y_1 – вартість проведення робіт – це прямі витрати на будівельно-монтажні роботи. Вони складаються з вартості праці робочих, витрат на експлуатацію механізмів, обладнання і будівельної техніки, вартість матеріалів та конструкцій.
- Y_2 – тривалість виконання робіт визначається по критичному шляху складеного календарного графіку виконання робіт.

В даній роботі розглядається модель з п'ятьма факторами. Три з яких взаємопов'язані між собою, а два фактори є незалежними. До взаємопов'язаних факторів відносяться умови фінансування, які поділяються на:

- V_1 – фінансування будівельного проекту відбувається за рахунок особистих коштів.
- V_2 – кредитні кошти, що надаються кредитором у користування на визначений термін та під відсоток.
- V_3 – лізингові кошти, коли за договором лізингу лізингодавець зобов'язується придбати у власність майно за дорученням лізингоодержувача у відповідного продавця майна і надати це майно в користування лізингоодержувачу за плату на визначений строк для підприємницьких цілей.

До незалежних факторів відносяться:

- X_4 – кількість робочих годин в тиждень.
- X_5 – коефіцієнт суміщення робіт, який представляє собою відношення сумарної довжини періодів суміщення між парами попередніх та наступних робіт до загальної тривалості всіх процесів на всіх захватках.

$$K = \frac{\sum t_{\text{совм.}}}{\sum t_{\text{прод.}}} * 100\% = \frac{\sum t_{\text{прод.}} - t_{\text{оконч.}}}{\sum t_{\text{прод.}}} * 100\%, \quad (5.1)$$

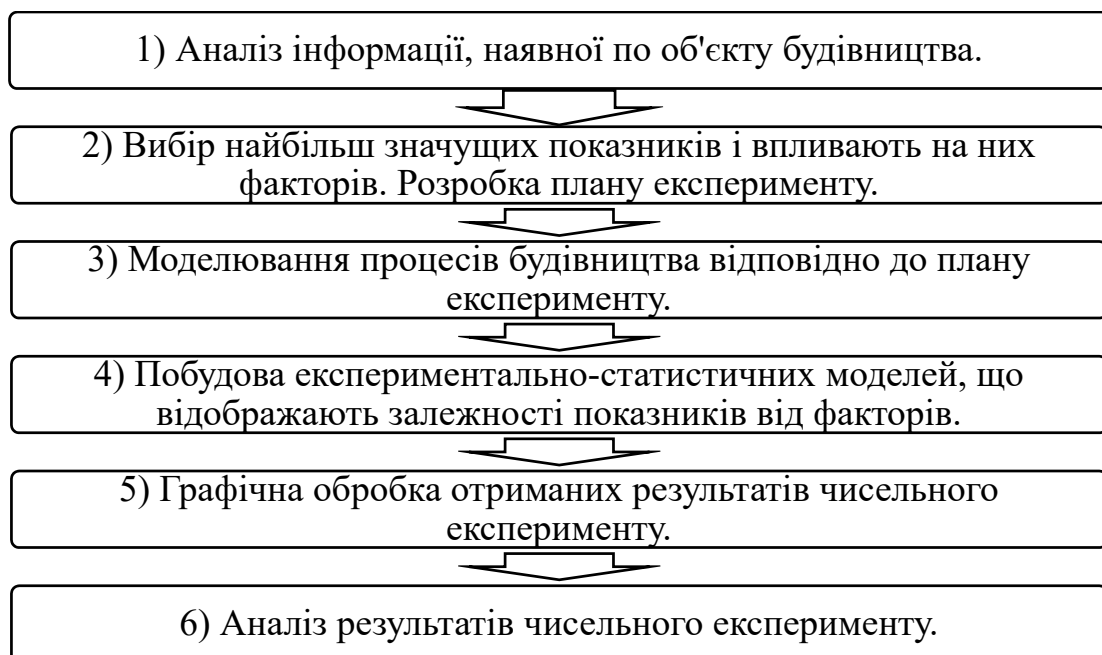


Рисунок 5.1 – Алгоритм дослідження

де $\sum t_{\text{совм.}}$ – сумарний резерв часу, яке з’являється у результаті суміщення робіт по часу;

$\sum t_{\text{прод.}}$ – сумарна тривалість всіх процесів на всіх захватках;

$t_{\text{оконч.}}$ – тривалість комплексу будівельних робіт, отримана в результаті суміщення робіт між собою.

Перехід до кодованим рівнями факторів виконаний за типовою формулою 5.2:

$$x_i = \frac{X_i - \frac{X_{i \max} + X_{i \min}}{2}}{\frac{X_{i \max} - X_{i \min}}{2}} \quad (5.2)$$

де x_i – заданий рівень фактору в нормалізованому вигляді;

X_i – заданий рівень фактору в натуральному вигляді;

$X_{i \max}$ – максимальний рівень фактору в натуральному вигляді;

$X_{i \min}$ – мінімальний рівень фактору в натуральному вигляді.

Результати чисельного експерименту показані в таблиці 5.1.

Для вирішення завдань цього дослідження обрана поліноміальна експериментально-статистична модель, загальний вигляд якої представлений формулою 5.3.

Закономірність зміни вартості будівництва об’єкту в залежності від кількості робочих днів в тиждень, умов фінансування і коефіцієнту суміщення робіт адекватно описується математичною моделлю (5.4).

$$Y = b_1 V_1 + b_{12} V_1 V_2 + b_{13} V_1 V_3 + b_{14} V_1 X_4 + b_{15} V_1 X_5 + b_{44} X_4^2 + b_{45} X_4 X_5 + b_2 V_2 + b_{23} V_2 V_3 - b_{24} V_2 X_4 + b_{25} V_2 X_5 + b_{55} X_5^2 + b_3 V_3 + b_{34} V_3 X_4 + b_{35} V_3 X_5 \quad (5.3)$$

$$Y_1 = 187,125 V_1 - 11,43 V_1 X_4 - 13,81 V_1 X_5 + 26,53 X_4^2 + 240,94 V_2 - 165,67 V_2 V_3 - 15,89 V_2 X_4 - 20,13 V_2 X_5 + 318,812 V_3 - 19,14 V_3 X_4 - 20,53 V_3 X_5 \quad (5.4)$$

Таблиця 5.1 – Результати числового експерименту

№	Умови фінансування			X ₄ – Кількість робочих годин в тиждень, год	X ₅ – коефіцієнт суміщення робіт	Y ₁ – Вартість проведення робіт, млн грн.	Y ₂ – тривалість виконання робіт, дні
	V ₁ Власні кошти	V ₂ Кредитні кошти	V ₃ Лізингові кошти				
1	0,00	1,00	0,00	40	0%	302,762	694
2	0.5	0,00	0.5	72	0%	278,433	395
3	1,00	0,00	0,00	40	18%	215,942	552
4	0,00	0,00	1,00	40	18%	367,102	552
5	0.5	0.5	0,00	40	38%	230,723	431
6	0.5	0.5	0,00	72	0%	237,184	395
7	0.5	0,00	0.5	72	18%	266,168	320
8	0,00	0.5	0.5	72	38%	229,04	249
9	1,00	0,00	0,00	112	0%	203,532	298
10	0,00	1,00	0,00	112	0%	264,591	298
11	0,00	0,00	1,00	112	0%	346,004	298
12	0.33	0.33	0.33	112	18%	258,354	245
13	1,00	0,00	0,00	112	38%	179,266	187
14	0,00	1,00	0,00	112	38%	233,045	187
15	0,00	0,00	1,00	112	38%	304,751	187

На рисунку 5.2 показані залежності показника «Вартість проведення робіт» від факторів V₁ (власні кошти), V₂ (кредитні кошти), V₃ (лізингові кошти) для дев'яти різних організаційних схем, тобто основних співвідношень значень організаційних факторів.

Показник «Вартість проведення робіт» досягає своїх екстремумів в наступних точках:

- Y_{max}=372,1 млн грн. (V₁=0 %; V₂=0%; V₃=100%; робочий час X₄=40 годин в тиждень; коефіцієнт суміщення робіт X₅=0%);
- Y_{min}=173,7 млн грн. (V₁=100 %; V₂=0%; V₃=0%; робочий час X₄=112 годин в тиждень; коефіцієнт суміщення робіт X₅=38%).

Закономірність зміни тривалості виконання робіт в залежності від умов фінансування, кількості робочих днів в тиждень та коефіцієнту суміщення робіт показана нижче (формула 5.5):

$$Y_2 = 326,875V_1 - 148,103 V_1X_4 - 83,77 V_1X_5 + 71,392 X_4^2 + 27,959 X_4X_5 + +354,241 V_2 - 170,078 V_2X_4 - 82,993 V_2X_5 + 332,438 V_3 - 148,316 V_3X_4 - 83,469 V_3X_5 \quad (5.5)$$

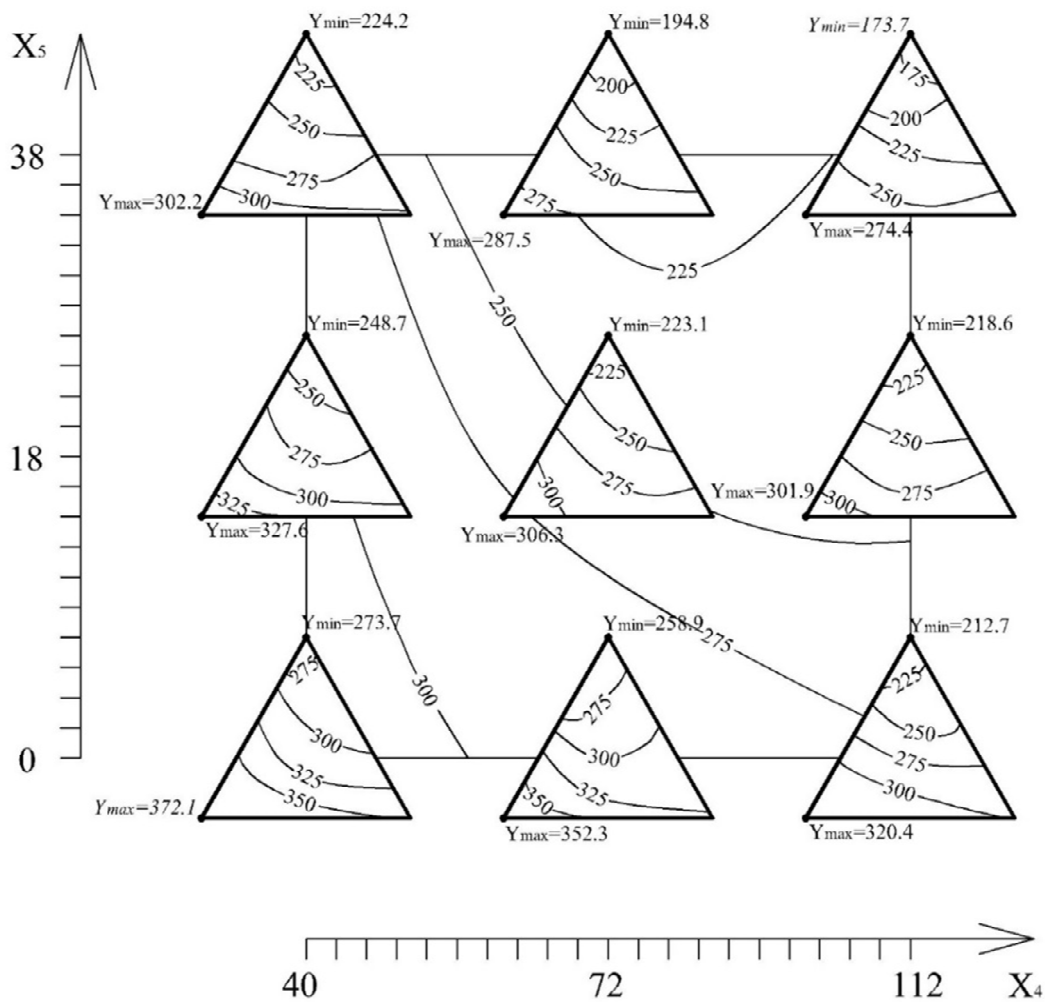


Рисунок 5.2 – Графік залежності вартості проведення робіт від факторів, які досліджуються, млн. грн.

Згідно аналізу експериментально-статистичної моделі, тривалість не залежить від умов фінансування проекту. На тривалість впливають організаційні фактори X_4 (кількість робочих годин в тиждень) і X_5 (коефіцієнт суміщення робіт). Для зручного використання графіку залежності тривалості

від факторів, які досліджуються, була побудована діаграма залежності тривалості тільки від факторів X_4 , X_5 (рисунок 5.3).

При збільшенні коефіцієнта суміщення робіт і кількості робочих годин в тиждень помітно, що тривалість зменшується. Також, фактор «кількість робочих годин в тиждень» впливає на тривалість виконання робіт в більшій мірі, ніж фактор «коефіцієнт суміщення робіт». Екстремумів функції тривалість досягається в таких точках:

- $Y_{\max} = 647$ днів. ($X_4 = 40$ годин в тиждень; $X_5 = 0\%$);
- $Y_{\min} = 173$ днів. ($X_4 = 112$ годин в тиждень; $X_5 = 38\%$).

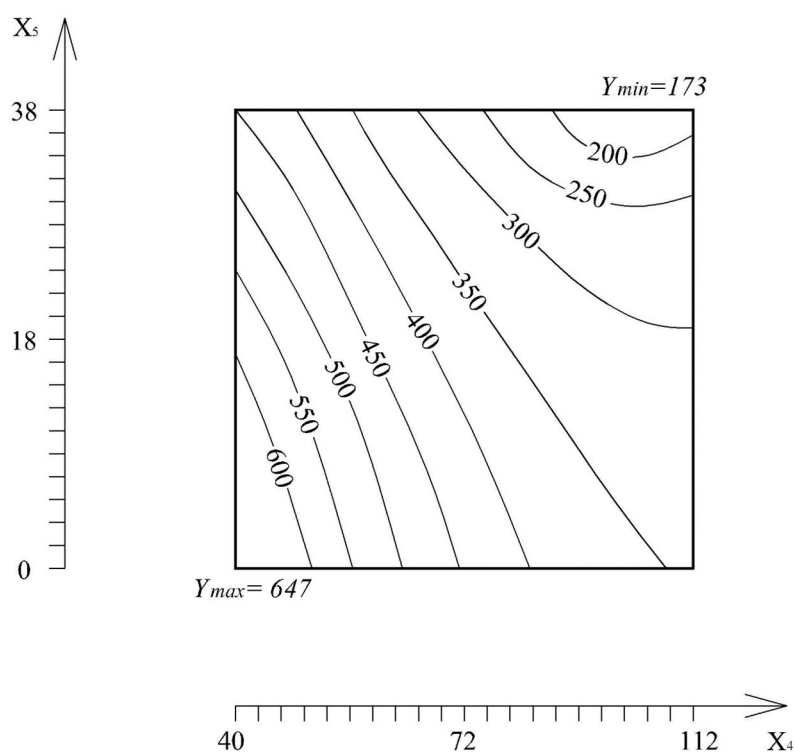


Рисунок 5.3 – Графік залежності тривалості від факторів, які досліджуються, дні

Література

1. Задгенидзе И. Г. Планирование эксперимента для исследования многокомпонентных систем / И. Г. Задгенидзе – М.: Наука, 1976. – 390 с.

2. Лобакова Л. В. Організаційне моделювання реконструкції будівель при їх перепрофілюванні : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.23.08. "Технологія та організація промислового та цивільного будівництва" / Лобакова Лілія В`ячеславівна – Одеса, 2016. – 21 с.
3. Менейлюк А. И. Оптимизация организационно-технологических решений реконструкции высотных инженерных сооружений / А. И. Менейлюк, М. Н. Ершов, А. Л. Никифоров, И. А. Менейлюк. – К.: ТОВ НВП "Інтерсервіс", 2016. – 332 с.
4. Менейлюк І. О. Вплив методів фінансування та організації будівництва на тривалість та вартість будівництва торговельно-розважального центру. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. – 2017. – № 35 (2). – С. 213-223.
5. Налимов В. В. Логические основания планирования эксперимента / В. В. Налимов, Т. И. Голикова – М.: Металлургия, 1980. – 152 с.
6. Финни Д. Введение в теорию планирования экспериментов / Д. Финни, перевод с англ. Романовской И. Л. и Ху-су А. П., под ред. Линника Ю. В. – М.: Наука, 1970. – 281 с.
7. Чернов І. С. Вибір ефективних моделей зведення житлових будівель при фінансовій ситуації, що змінюється : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.23.08. "Технологія та організація промислового та цивільного будівництва" / Чернов Ігор Станіславович – Одеса, 2013. – 20 с.

Питання для самостійного вивчення лекції

1. Охарактеризувати проектний аналіз як методологію.
2. Що таке експериментально-статистичне моделювання? Які програми для реалізації цієї методики Ви знаєте?

3. В якому разі можливо врахувати різні варіанти фінансування за допомогою тернарних чисельних моделей?
4. Які Ви знаєте організаційно-технологічні ризики, що необхідно враховувати при прогнозуванні параметрів оптимальних організаційно-технологічних рішень?
5. Чому показник «тривалість» у розглянутому дослідженні візуалізований за допомогою двовимірного графіку, без використання тернарних діаграм?

Лекція № 6.

ПРОГНОЗУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТА ВИБІР ЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ПРИКЛАДІ РЕКОНСТРУКЦІ ІНЖЕНЕРНОЇ СПОРУДИ

(4 год.)

План лекції

1. Алгоритм дослідження.
2. Результати чисельного експерименту.
3. Пошук оптимальних організаційно-технологічних рішень при обмеженні по тривалості і сумарній вартості.
4. Пошук оптимальних організаційно-технологічних рішень при обмеженні по виробітку і економічному ефекту.

Основні поняття

Для вирішення завдання оптимізації проекту реконструкції Шуховської радіобашти був проведений чисельний експеримент з моделювання варіантів організаційно-технологічних рішень цих робіт. При проведенні чисельного дослідження використовувалися теорії оптимального планування експерименту, експериментально-статистичного моделювання, сучасне програмне забезпечення для побудови календарно-мережових моделей будівельного виробництва.

Проведення чисельного дослідження за розробленим алгоритмом дозволяє обґрунтовано вибрати оптимальні організаційно-технологічні рішення по проведенню комплексу відновлювальних робіт в складних організаційних умовах при обмеженому фінансуванні. При проведенні дослідження була використана кошторисна документація, що відображає актуальні витрати на проведення будівельно-монтажних робіт. Побудова графіків будівництва дозволило коректно відобразити послідовність і прийняті технологічні рішення при проведенні висотних монтажних робіт. Таким чином, дане дослідження дає

кількісну оцінку альтернатив реалізації проекту при мінливих варіантах організації комплексу відновлювальних робіт, умов фінансування та наявних обмежень.

Вирішення задач оптимізації складається з етапів, показаних на рис. 6.1.

На наш погляд найбільш значущими є наступні показники:

- Тривалість будівельно-монтажних робіт, дн.
- Сумарна вартість, млн. руб.
- Виробіток, руб.
- Економічний ефект від зміни термінів будівництва, млн. руб.

Технологічні фактори показують, яку технологічну схему або їх поєднання слід використовувати для проведення висотних робіт по реконструкції:

- вага металоконструкцій, що реконструюються з використанням риштувань, у відсотках від загальної ваги (V_1);
- вага металоконструкцій, що реконструюються з використанням колісок, в процентах від загальної ваги (V_2);
- вага металоконструкцій, що реконструюються з використанням промислового альпінізму, в процентах від загальної ваги (V_3).

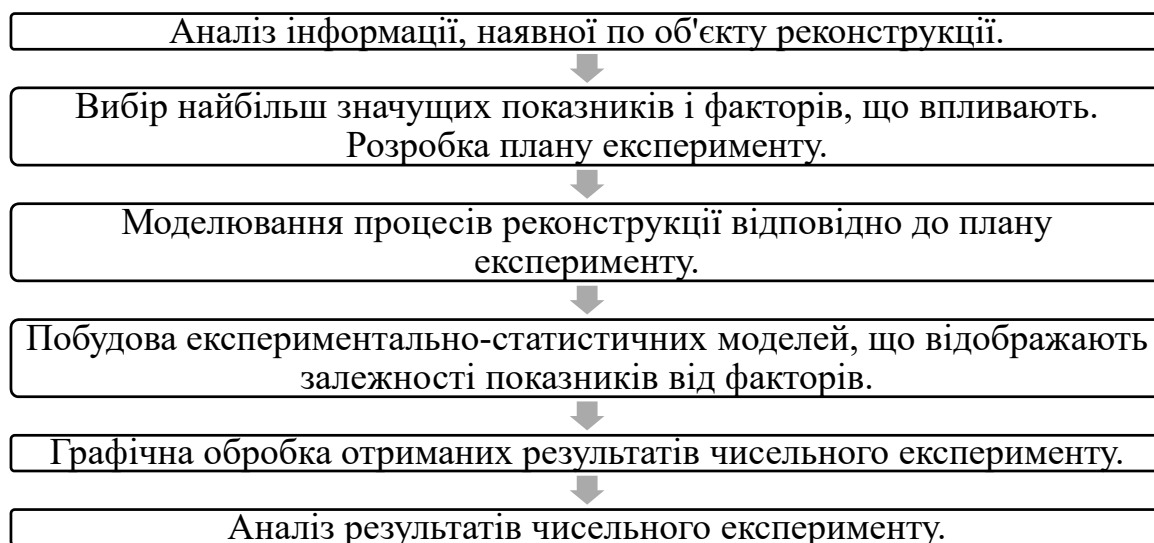


Рисунок 6.1 – Методика дослідження

Організаційні фактори характеризують ступінь інтенсифікації будівельного виробництва:

- ступінь сполучення одночасного ведення робіт (X_4);
- коефіцієнт використання календарного часу (X_5).

За результатами побудови моделей проекту реконструкції (календарних графіків виконання робіт) були досліджені показники проекту реконструкції, що змінюються під впливом організаційних чинників. Результати проведеного дослідження наведені в таблиці 6.1.

За результатами регресійного аналізу експериментальних даних були побудовані аналітичні моделі зміни показників проекту реконструкції (таблиця 6.2).

Таблиця 6.1 – Матриця результатів експерименту

№ точки	Натурнізначенняфакторів					Показники			
	V_1 Частка тоннажу М/К, що реконструюються з в-ням рихтувань, %	V_2 Частка тоннажу М/К, що реконструюються з в-ням колісок, %	V_3 Частка тоннажу М/К, що реконструюються з в-ням промалпа, %	X_4 Ступінь суміщення робіт, %	X_5 Коефіцієнт використання календарного часу в тиждень	Тривалість будівельно-монтажних робіт, днів	Сумарна вартість, тис.руб.	Вирібок, руб.	Економічний ефект, тис.руб.
1	0,00	100,00	0,00	0,00	0,24	1 010,00	158 156,44	1 956,17	319,97
2	50,00	0,00	50,00	0,00	0,24	759,00	178 420,06	2 161,81	3 596,76
3	100,00	0,00	0,00	21,08	0,62	395,00	171 626,04	2 204,90	7 973,67
4	0,00	0,00	100,00	0,00	0,62	365,00	142 964,35	1 679,25	6 951,95
5	50,00	50,00	0,00	0,00	1,00	231,00	171 670,51	2 194,31	10 009,98
6	50,00	50,00	0,00	0,00	0,24	784,00	191 850,75	2 430,51	3 520,96
7	50,00	0,00	50,00	21,08	0,62	289,00	163 171,15	1 981,85	8 830,58
8	0,00	50,00	50,00	21,08	1,00	187,00	146 366,98	1 759,54	8 999,88
9	100,00	0,00	0,00	21,08	0,24	602,00	181 467,31	2 331,33	5 716,74
10	0,00	100,00	0,00	42,15	0,24	589,00	151 235,90	1 870,58	4 906,42
11	0,00	0,00	100,00	42,15	0,24	555,00	143 775,61	1 688,78	5 017,60
12	33,3(3)	33,3(3)	33,3(3)	42,15	0,62	213,00	155 796,43	1 941,20	9 287,00
13	100,00	0,00%	0,00	42,15	1,00	143,00	163 811,53	2 104,51	10 593,30
14	0,00	100,00	0,00	42,15	1,00	140,00	147 225,40	1 820,97	9 552,63
15	0,00	0,00	100,00	42,15	1,00	132,00	140 028,19	1 644,77	9 166,59

Таблиця 6.2 – Експериментально-статистичні моделі реконструкції

Показник	Формула експериментально-статистичної моделі
Тривалість будівельно-монтажних робіт, дн.	$Y_1 = 306,67 V_1 + \bullet + \bullet - 90,96 V_1 X_4 - 304,28 V_1 X_5 + \bullet + 72,31 X_4 X_5$ $+ 346,58 V_2 + \bullet + \bullet - 139,355 V_2 X_4 - 291,06 V_2 X_5 + 159,36 X_5^2$ $+ 278,02 V_3 - 90,52 V_3 X_4 - 285,61 V_3 X_5$
Сумарна вартість, млн. руб.	$Y_2 = 171138 V_1 + 69657 V_1 V_2 + \bullet - 3983 V_1 X_4 - 11423 V_1 X_5 - 3267 X_4^2$ $+ 2869 X_4 X_5$ $+ 144095 V_2 + \bullet + \bullet - 5119 V_2 X_5 + 8669 X_5^2$ $+ 141338 V_3 - 4923 V_3 X_4 - 4631 V_3 X_5$
Виробіток, руб.	$Y_3 = 2192,65 V_1 + 987,43 V_1 V_2 + 197,28 V_1 V_3 - 43,23 V_1 X_4 - 142,91 V_1 X_5$ $- 29,36 X_4^2 + 33,22 X_4 X_5$ $+ 1783,44 V_2 + \bullet + \bullet - 61,18 V_2 X_5 + 96,45 X_5^2$ $+ 1653,85 V_3 - 55,36 V_3 X_4 - 53,38 V_3 X_5$
Економічний ефект від зміни строків будівництва, млн. руб.	$Y_4 = 8261,28 V_1 + \bullet + \bullet + \bullet + 3503,42 V_1 X_5 + \bullet - 823,98 X_4 X_5$ $+ 5656,72 V_2 + \bullet + 1770,86 V_2 X_4 + 2958,09 V_2 X_5 + \bullet$ $+ 7197,53 V_3 + \bullet + 3013,68 V_3 X_5$

Визначимо компромісне рішення за заданими критеріями організаційно-технологічних режимів виробництва робіт:

- тривалість будівельно-монтажних робіт (обмеження - не більше 200 днів);
- сумарна вартість (обмеження - не більше 145 млн. рублів).

Показники «тривалість будівельно-монтажних робіт» і «сумарна вартість» були обрані для побудови суміщеної діаграми, так як є основними для аналізу проектів реконструкції. Області допустимих значень при заданих обмеженнях представлені на рисунку 6.2.

При обмеженні за вартістю (не більше 145 млн. руб.) і тривалості (не більше 200 днів.) допустимі поєднання організаційно-технологічних рішень можна визначити в межах будь-якої з виділених областей. Розглянувши діаграму, можна побачити область допустимих значень, в якій знаходяться мінімальні величини показників за заданими обмеженнями:

- за показником «тривалість» $Y_{\min} = 116$ днів;
- за показником «сумарна вартість» $Y_{\min} = 133,059$ млн. руб.

Можна зробити висновок, що саме в цій області допустимих значень буде знаходитися оптимальне компромісне рішення.

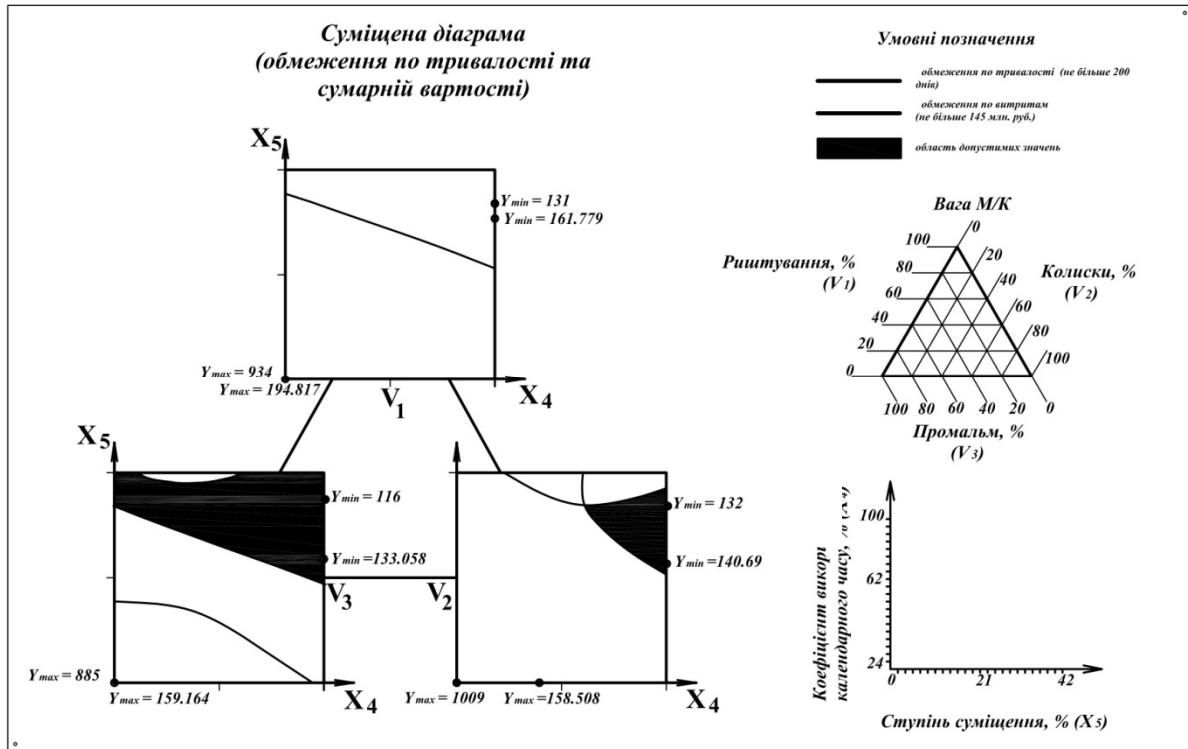


Рисунок 6.2 – Суміщена діаграма типу «квадрати на трикутнику»: обмеження по тривалості і сумарній вартості

При виборі компромісного рішення за заданими критеріями організаційно-технологічних режимів виробництва робіт потрібно виділити, що провідним критерієм буде значення показника «сумарна вартість», так як діапазон зміни значень показника «тривалість» в даній області факторного простору варіюється незначно.

Раціональним рішенням буде привести значення показника «сумарна вартість» до мінімуму, при цьому щоб значення показника «тривалість» перебувало в межах області допустимих значень. Тому компромісне рішення буде досягнуто при застосуванні технологічної схеми з використанням промислового альпінізму, максимальному рівні фактора «ступінь суміщення» 42% і рівні фактора «коефіцієнт використання календарного часу» 77% (7 днів в 2 зміни по 9 годин).

При цьому рішенні відмінність значень показників від мінімальних, показаних на діаграмах без обмежень:

- значення показника «тривалість» збільшилося на 12 днів;
- значення показника «сумарна вартість» збільшилося на 0,77 млн. руб.

Визначимо компромісне рішення за заданими критеріями організаційно-технологічних режимів виробництва робіт:

- виробіток (обмеження - не менше 1800 рублів);
- економічний ефект (обмеження - не менше 8 млн. рублів).

В економічному сенсі виробіток характеризує мінімальну межу рентабельності виробництва. При значеннях виробітку нижче визначених, кошти, зароблені в результаті виробництва, не зможуть покрити умовно-постійні витрати.

Економічний ефект побічно характеризує управлінську гнучкість технологічного рішення при необхідності змінювати інтенсивність виробництва, коли змінюються фінансово-економічні умови. Області допустимих значень представлені на рисунку 6.3.

При обмеженні по виробітку (не менше 1800 руб.) і економічному ефекту (не менше 8 млн. руб.) можливі допустимі поєднання організаційно-технологічних рішень можна визначити в межах будь-якої з виділених областей.

Провівши аналіз діаграми, можна побачити, що області допустимих значень показників можливі при застосуванні технологічних схем з використанням колісок і будівельних риштувань при рівні фактора «коефіцієнт використання календарного часу», близькому до 100%.

Значення показників змінюються в залежності від рівня фактора «ступінь суміщення»: при збільшенні рівня фактора «ступінь суміщення» значення показника «виробіток» збільшується, але незначно, при цьому значення показника «економічний ефект» зменшується.

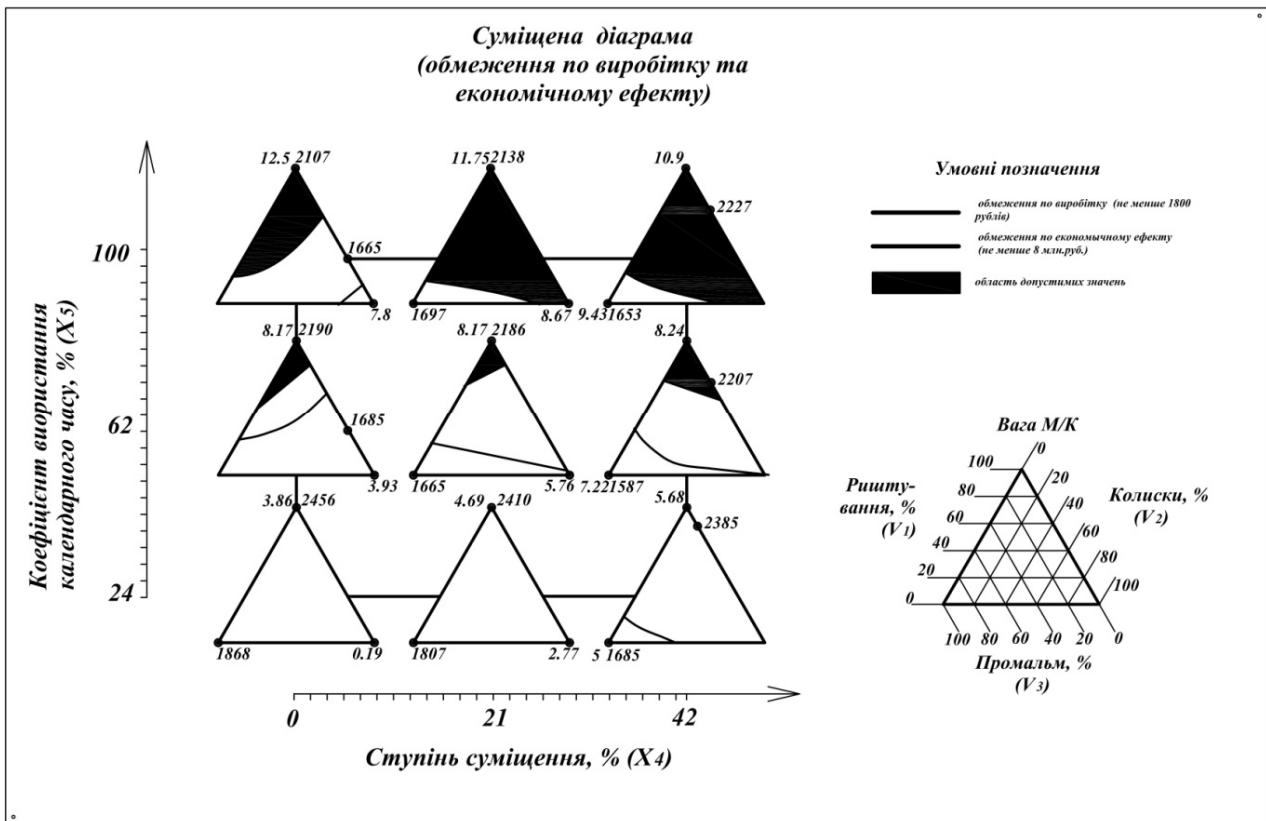


Рисунок 6.3 – Суміщена діаграма типу «трикутники в квадраті»: обмеження по виробітку і економічному ефекту

Так як значення показника «виробіток» змінюється незначно при зміні рівня фактора «ступінь суміщення», то для вибору найбільш вигідного компромісного рішення потрібно прийняти значення показника «економічний ефект» максимальним.

Компромісне рішення досягнення оптимуму при аналізі суміщеної діаграми буде досягнуто при застосуванні технологічної схеми з використанням риштувань, мінімальному рівні фактора «ступінь суміщення» 0% і рівні фактора «коефіцієнт використання календарного часу» 100% (7 днів в 3 зміни по 8 годин).

При цьому рішенні значення показників:

- значення показника «виробіток» – 2107 рублів;
- значення показника «економічний ефект» – 12,5 млн. руб.

При використанні технологічної схеми із застосуванням будівельних риштувань і заданих рівнів організаційних чинників можна сказати, що реконструкція при данному значенні показника «виробіток» буде вестися без грошових втрат, повністю перекриваючи умовно-постійні витрати. При цьому значення показника «економічний ефект» становить 12,5 млн. руб.

Література

1. Граник Ю.Г. Высотное строительство Москвы Ю.Г. Граник // Жилищное строительство. – 2008. – № 2. – С. 4-8.
2. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях / В.А. Вознесенский // М.: Финансы и статистика, 1981. - 263с. 7.
3. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский// М. : Наука. – 1-е изд., 1971. – 283 с. – 2-е изд., 1976. – 279 с.
4. Налимов В.В. Теория эксперимента. / В.В. Налимов// М. : Наука, 1971. – 208 с.
5. Нікіфоров О. Л., Менайлюк І. О., Єршов М. М. Оптимізація реконструкції інженерних споруд при організаційно-технологічних обмеженнях. Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. – 2016. – № 72. – С. 151-156.
6. Краковский Г.И. Планирование экспериментов / Г.И. Краковский, Г.Ф.Филаретов. // Минск: БТУ, 1982. – 757 с.
7. Вознесенский В.А. Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ / В.А. Вознесенский, Т.В. Ляшенко, Б.Л. Огарков // К. :Вища школа, 1989. – 328. с.

Питання для самостійного вивчення лекції

1. На які першочергові питання необхідно дати відповідь при проведенні проектного аналізу?

2. Яке місце у експериментально-статистичному моделюванні займає теорія планування експериментів?
3. Яким чином моделюється порівняння декількох різних конструктивних чи технологічних рішень? В якому разі такий фактор називається кількісним, в якому – якісним?
4. Що таке «суміщені діаграми»?
5. Наведіть приклади врахування обмежень при прогнозуванні параметрів та виборі оптимальних організаційно-технологічних рішень.

Лекція № 7.

ОПТИМІЗАЦІЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ НА ПРИКЛАДІ УПРАВЛІННЯ БУДІВЕЛЬНИМ ПІДПРИЄМСТВОМ

(4 год.)

План лекції

1. Методика дослідження.
2. Аналіз результатів чисельного експерименту.

Основні поняття

Для оцінки ефективності та вибору оптимальних організаційно-технологічних рішень при управлінні підприємством з будівництва та реконструкції елеваторів запропоновано використовувати теорію експериментально-статистичного моделювання. Сутність такого моделювання полягає в спостереженні за системою, що досліджується, шляхом фіксації значень вихідних параметрів при заданні значень вхідних. При цьому, в даному дослідженні система представлена у вигляді комп'ютерної моделі операційної діяльності підприємства. Алгоритм експериментально-статистичного моделювання та оптимізації методів управління розглянутими підприємствами показаний на рис 7.2.

У якості показників, що досліджуються, були розглянуті:

- Витрати на одиницю залізобетонних конструкцій (1 м^3) – Y_1 ;
- Витрати на одиницю несучих металоконструкцій (1 тн.) – Y_2 ;
- Витрати на одиницю влаштування кубометра зберігання силосу зернового ($1 \text{ м}^3 \text{ зб-я}$) – Y_3 ;
- Витрати на одиницю секції норійного транспортера (1 м. п.) – Y_4 ;
- Витрати на одиницю секції конвейерного транспортера (1 м. п.) – Y_5 .

Організаційно-технологічні фактори, що варіюються, і їхні чисельні характеристики представлені в таблиці 7.1.

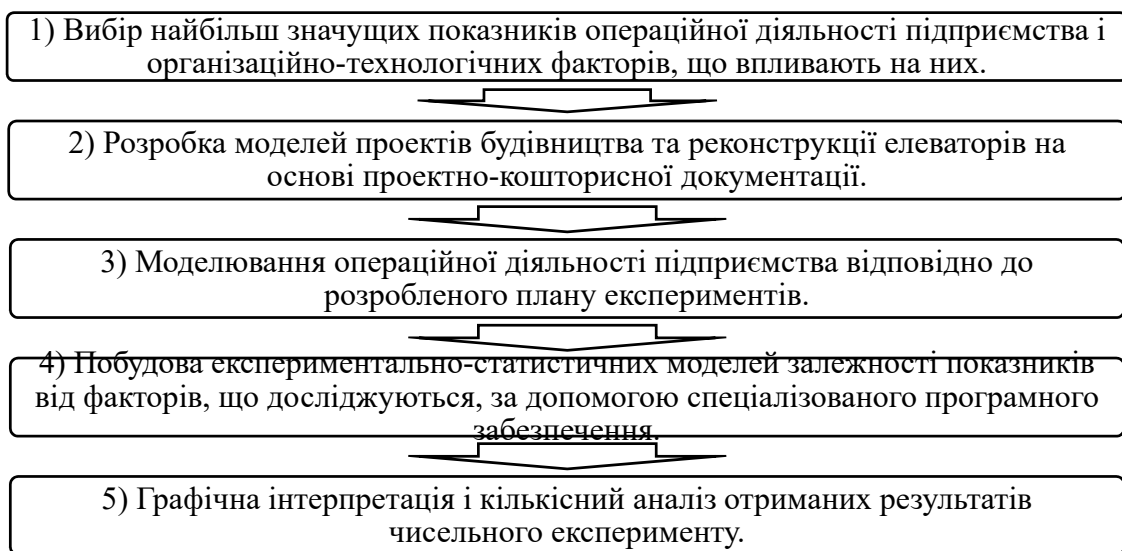


Рисунок 7.2 – Блок-схема експериментально-статистичного моделювання та оптимізації методів управління підприємствами з будівництва та реконструкції елеваторів

Таблиця 7.1 – Фактори, що варіюються

Найменування фактора	Сутність, визначення фактору	Характеристика варіювання
X ₁ – середня трудомісткість комплексу проектів	Моделює напрямок діяльності компанії: орієнтацію на виконання великих, середніх або дрібних проектів.	Середнє арифметичне трудомісткості будівельно-монтажних робіт проектів розглянутого комплексу, млн. грн.
X ₂ – середня відстань перебазування	Моделює спрямованість компанії на реалізацію проектів: значно, незначно і середньо віддалені один від одного.	Середнє арифметичне відстаней перебазування ресурсів між будь-якими двома проектами з розглянутого комплексу, км.
X ₃ – належність ресурсів, що використовуються	Моделює орієнтацію компанії на використання власних або підрядних ресурсів. Використовується для трудових ресурсів, машин і механізмів.	Процентне співвідношення використання власних ресурсів до загального обсягу ресурсів.
X ₄ – індустріальність рішень, що застосовуються	Зміна трудомісткості робіт при використанні індустріальних методів будівництва: використання передзаготовлених матеріалів або конструкцій, використання методів потокового виробництва робіт, ступеня механізації.	Процентне співвідношення використання індустріальних методів в загальному обсязі робіт.

Системою, що досліджується, була обрана комп'ютерна модель операційної діяльності підприємства з будівництва та реконструкції елеваторів. Графоаналітична форма цієї моделі представлена на рис. 7.3.

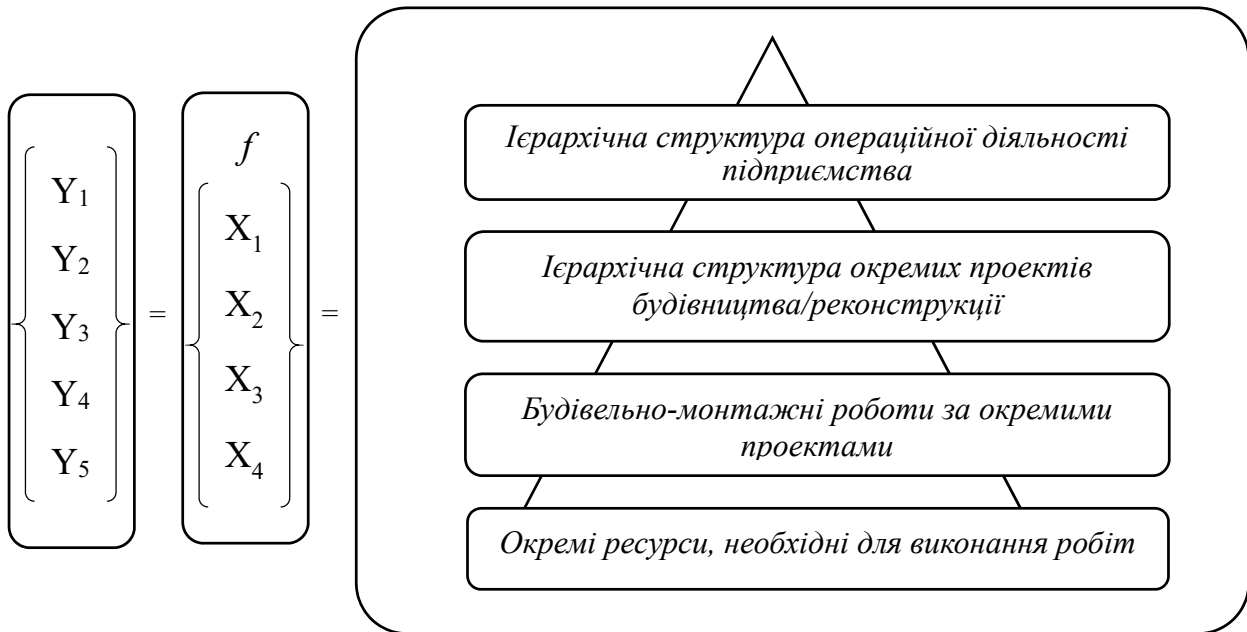


Рисунок 7.3 – Графоаналітична форма комп'ютерної моделі оптимізації операційної діяльності підприємства з будівництва і реконструкції елеваторів

Перехід до кодованих рівнів факторів виконаний за типовою формулою (7.1):

$$x_i = \frac{x_i - \frac{x_{i \max} + x_{i \min}}{2}}{\frac{x_{i \max} - x_{i \min}}{2}}, \quad (7.1)$$

де x_i – заданий рівень фактору в нормалізованому вигляді;

X_i – заданий рівень фактору в натуральному вигляді;

$X_{i \max}$ – максимальний рівень фактору в натуральному вигляді;

$X_{i \min}$ – мінімальний рівень фактору в натуральному вигляді.

Розрахунок коефіцієнтів регресії виконувався за типовими формулами за допомогою діалогової системи COMPEX. Коефіцієнти регресії є статистичними

оцінками справжніх коефіцієнтів при членах поліноміальної моделі, тому вимагають перевірки їх значимості, тобто перевірки на відмінність оцінок коефіцієнтів ЕС-моделей від нуля. Ця перевірка проводилася при двосторонньому ризикові, заданому на рівні 10% ($\alpha=0.1$), за критерієм Стюдента відповідно до закону розподілу Гауса. Після відсіювання коефіцієнтів, які за результатами перевірки визнавалися такими, що не відрізняються від нуля, ЕС-модель з усіма значущими оцінками коефіцієнтів перевірялася на адекватність за критерієм Фішера F. У разі, якщо цей критерій менше критичного для заданого ризику з урахуванням отриманого числа ступенів свободи, тобто $F_a < F_{кр}(\alpha, f_{на}, f_3)$, то модель визнавалася адекватною для інженерних рішень і аналізу.

Для вирішення завдань оптимізації в рамках цього дослідження обрана поліноміальна експериментально-статистична модель, загальний вигляд якої представлений у формулі 7.2.

В результаті експериментально-статистичного моделювання були отримані закономірності зміни наступних показників, що досліджуються, від факторів, що варіюються:

- витрати на одиницю залізобетонних конструкцій, Y_3 (7.3);
- витрати на одиницю несучих металоконструкцій, Y_4 (7.4);
- витрати на одиницю влаштування кубометра зберігання силосу зернового, Y_5 (7.5);
- витрати на одиницю секції норійного транспортера, Y_6 (7.6);
- витрати на одиницю секції конвеєрного транспортера, Y_7 (7.7).

$$\begin{aligned}
 Y = & b_0 + b_1X_1 + b_{11}X_1^2 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{14}X_1X_4 \\
 & + b_2X_2 + b_{22}X_2^2 + b_{23}X_2X_3 + b_{24}X_2X_4 \\
 & + b_3X_3 + b_{33}X_3^2 + b_{34}X_3X_4 \\
 & + b_4X_4 + b_{44}X_4^2
 \end{aligned}
 \tag{7.2}$$

$$Y_1 = 3634,4 - 16,475 X_1 + 0,453 X_1^2 - 0,183 X_1 X_4 + 1,339 X_3 - 1,801 X_4. \quad (7.3)$$

$$Y_2 = 4576,419 + 8,664 X_3 - 0,019 X_{32} - 0,007 X_3 X_4 - 8,308 X_4 + 0,041 X_{42}. \quad (7.4)$$

$$Y_3 = 82,312 - 2,932 X_1 + 0,051 X_{12} - 0,001 X_1 X_3 + 0,002 X_1 X_4 + 0,112 X_3 - 1,5 \times 10^{-4} X_3 X_4 - 0,126 X_4. \quad (7.5)$$

$$Y_4 = 1180,606 + 2,221 X_3 - 0,005 X_{32} - 0,002 X_3 X_4 - 1,461 X_4 + 0,011 X_{42}. \quad (7.6)$$

$$Y_5 = 844,439 - 0,449 X_1 - 0,024 X_{12} + 1,216 X_3 - 2,8 \times 10^{-3} X_{32} - 1,42 X_4 + 6,08 \times 10^{-3} X_{42}. \quad (7.7)$$

Результати чисельного експерименту показані в таблиці 7.2.

Тут і далі не показані коефіцієнти, визнані за критерієм Стьюдента такими, що не відрізняються від нуля. Для зручності інженерних розрахунків, залежності були перетворені з використанням формули 7.1, що дозволило використовувати натурні значення рівнів факторів при розрахунку показників.

Так як при розрахунку собівартості будівельної продукції приймалася до уваги тільки сума прямих витрат, фактор X_2 (середня відстань перебезування) не показав істотного впливу на розглянуті показники. При розробці діаграм він був виключений з розгляду.

Рисунок 7.4 містить графічне представлення впливу належності ресурсів, що використовуються (X_3), і ступеня індустріальності рішень, що застосовуються (X_4), на собівартість влаштування метра кубічного залізобетонних конструкцій (Y_1) при трьох варіантах значень середньої трудомісткості комплексу проектів (X_1).

Таблиця 7.2 – Результати експериментально-статистичного моделювання

№	Нормалізовані значення факторів				Натурні значення факторів				Показники				
	X ₁	X ₁	X ₁	X ₁	X ₁ , тис. люд.-год.	X ₂ , км.	X ₃ , %	X ₄ , %	С/в вл-ння кубометру З/Б конструкцій, м ³ – Y ₁	С/в монтажу тони металокопункцій, тн. – Y ₂	С/в вл-ння кубометру зберігання силосу, м ³ зб-я – Y ₃	С/в монтажу секції норії, м. п. – Y ₄	С/в монтажу секції конвеєра, м. п. – Y ₅
1	2	2	2	2	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	+1	+1	+1	+1	37	1000	100	100	3 276,17	4 653,77	41,50	1 196,46	794,88
2	+1	+1	+1	+1	37	1000	100	0	3 766,31	5 170,86	49,66	1 329,40	883,20
3	+1	+1	+1	+1	37	1000	0	100	3 162,74	4 046,76	36,13	1 040,40	709,00
4	+1	+1	+1	+1	37	1000	0	0	3 627,29	4 496,40	43,24	1 156,00	787,77
5	+1	+1	+1	+1	37	100	100	100	3 276,17	4 653,77	41,50	1 196,46	794,88
6	+1	+1	+1	+1	37	100	100	0	3 766,31	5 170,86	49,66	1 329,40	883,20
7	+1	+1	+1	+1	37	100	0	100	3 162,74	4 046,76	36,13	1 040,40	709,00
8	+1	+1	+1	+1	37	100	0	0	3 627,29	4 496,40	43,24	1 156,00	787,77
9	-1	-1	-1	-1	2,2	1000	100	100	3 888,06	4 653,77	72,88	1 218,85	843,68
10	-1	-1	-1	-1	2,2	1000	100	0	3 722,22	5 170,86	87,43	1 314,07	937,42
11	-1	-1	-1	-1	2,2	1000	0	100	3 736,82	4 046,76	63,49	1 059,87	752,42
12	-1	-1	-1	-1	2,2	1000	0	0	3 586,13	4 496,40	76,16	1 142,67	836,02
13	-1	-1	-1	-1	2,2	100	100	100	3 888,06	4 653,77	72,88	1 218,85	843,68
14	-1	-1	-1	-1	2,2	100	100	0	3 722,22	5 170,86	87,43	1 314,07	937,42
15	-1	-1	-1	-1	2,2	100	0	100	3 736,82	4 046,76	63,49	1 059,87	752,42
16	-1	-1	-1	-1	2,2	100	0	0	3 586,13	4 496,40	76,16	1 142,67	836,02
17	+1	+1	+1	+1	37	550	50	50	3 452,90	4 591,95	42,55	1 180,56	793,71
18	-1	-1	-1	-1	2,2	550	50	50	3 733,31	4 591,95	74,84	1 183,86	842,39
19	0	0	0	0	19,6	1000	50	50	3 448,75	4 591,95	43,04	1 188,16	818,38
20	0	0	0	0	19,6	100	50	50	3 448,75	4 591,95	43,04	1 188,16	818,38
21	0	0	0	0	19,6	550	100	50	3 511,51	4 912,32	46,01	1 271,05	865,33
22	0	0	0	0	19,6	550	50	100	3 286,01	4 653,77	41,97	1 205,04	819,87
23	0	0	0	0	19,6	550	0	50	3 385,98	4 271,58	40,06	1 105,26	771,43
24	0	0	0	0	19,6	550	50	0	3 678,66	4 833,63	46,98	1 249,87	861,37
25	0	0	0	0	19,6	550	50	50	3 448,75	4 591,95	43,04	1 188,16	818,38

При аналізі рисунка 7.4 видно, що характер впливу фактору X₄ відрізняється в залежності від області факторного простору. При малих проектах застосування індустріальних організаційно-технологічних рішень є недоцільним, так як це збільшує собівартість влаштування З/Б конструкцій.

При цьому при будівництві та реконструкції елеваторів середнього і великого масштабу застосування індустріальних методів знижує показник Y_1 (на 0,12 тис. грн./м³ – при $X_1 = 2,2$ тис. люд.-год.; на 0,2 тис. грн./м³ – при $X_1 = 19,6$ тис. люд.-год.; на 0,13 тис. грн./м³ – при $X_1 = 37$ тис. люд.-год.).

У межах діаграми, що аналізується, собівартість влаштування метра кубічного залізобетонних конструкцій (Y_1) приймає такі екстремальні значення:

- $Y_{1 \min} = 3,14$ тис. грн./м³ ($X_1 = 37$ тис. люд.-год.; $X_3 = 0\%$; $X_4 = 0\%$);
- $Y_{1 \max} = 3,87$ тис. грн./м³ ($X_1 = 2,2$ тис. люд.-год.; $X_3 = 100\%$; $X_4 = 100\%$).

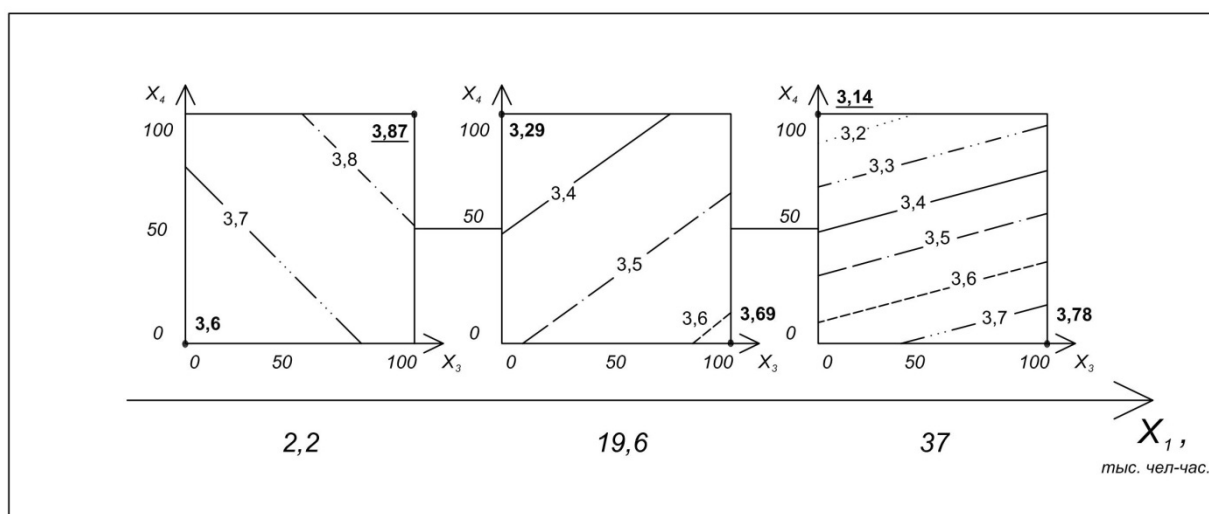


Рисунок 7.4 – Змінення собівартості виробництва метра кубічного залізобетонних конструкцій (Y_1) від належності ресурсів, що використовуються (X_3), і ступеня індустріальності рішень, що застосовуються (X_4), за різних стратегічних рішень при управлінні підприємством

Розглянемо рис. 7.5. На ньому в графічному вигляді показана закономірність зміни собівартості монтажу тони несучих металоконструкцій (Y_2) від належності ресурсів, що використовуються (X_3), і ступеня індустріальності рішень, що застосовуються (X_4). Так як фактор середньої трудомісткості комплексу проектів (X_1) не має істотного впливу на показник, він був виключений з розгляду.

При будь-яких стратегічних рішеннях при управлінні організацією з будівництва та реконструкції елеваторів можливе досягнення наступних значень показника Y_2 :

- $Y_{2 \min} = 4,16$ тис. грн./т. ($X_3 = 0\%$; $X_4 = 100\%$);
- $Y_{2 \max} = 5,25$ тис. грн./т. ($X_3 = 100\%$; $X_4 = 0\%$).

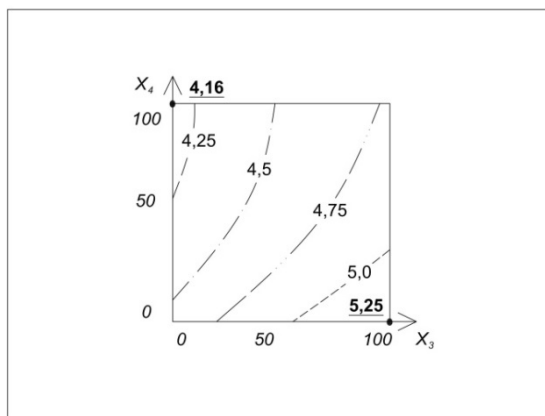


Рисунок 7.5 – Змінення собівартості монтажу тони несучих металокопструкцій (Y_2) від належності ресурсів, що використовуються (X_3), і ступеня індустриальності рішень, що застосовуються (X_4)

Рисунок 7.6 містить графічне представлення впливу належності ресурсів, що використовуються (X_3) і ступеня індустриальності рішень, що застосовуються (X_4), на собівартість виробництва кубометра зберігання силосу зернового (Y_3) при трьох варіантах значень середньої трудомісткості комплексу проектів (X_1).

Як видно з рис. 7.6, характер впливу факторів X_3 і X_4 не змінюється при різних рівнях фактору X_1 . При невеликих обсягах робіт ($X_1 = 2,2$ тис. люд.-год.) належність ресурсів, що використовуються (X_3) і ступінь індустриальності рішень, що застосовуються (X_4), змінюють показник (Y_3) в межах від 63,8 до 86,88 грн./м³ зберігання; при середніх ($X_1 = 19,6$ тис. люд.-год.) – від 36,66 до 52,75 грн./м³ зберігання; на великих об'єктах ($X_1 = 37$ тис. люд.-год.) – від 34,88 до 49,32 грн./м³ зберігання.

Під впливом фактору X_1 показник (Y_3) змінюється на 31,1-39,1 грн./м³ зберігання (на 97-81%) в залежності від області факторного простору. Таке істотне змінення показника пояснюється наступними причинами:

- Істотну частку в структурі витрат при монтажі силосів зберігання займають трудові ресурси, машини і механізми (в розглянутій моделі операційної діяльності підприємства – 87%). Залучення субпідрядних ресурсів значним чином збільшує собівартість виробництва таких робіт.
- Запропоноване в якості індустріального технологічне рішення (використання гідравлічних домкратів при монтажі стін) істотно оптимізує процес монтажу силосів за рахунок підвищення механоозброєності і зростанню безпеки праці.

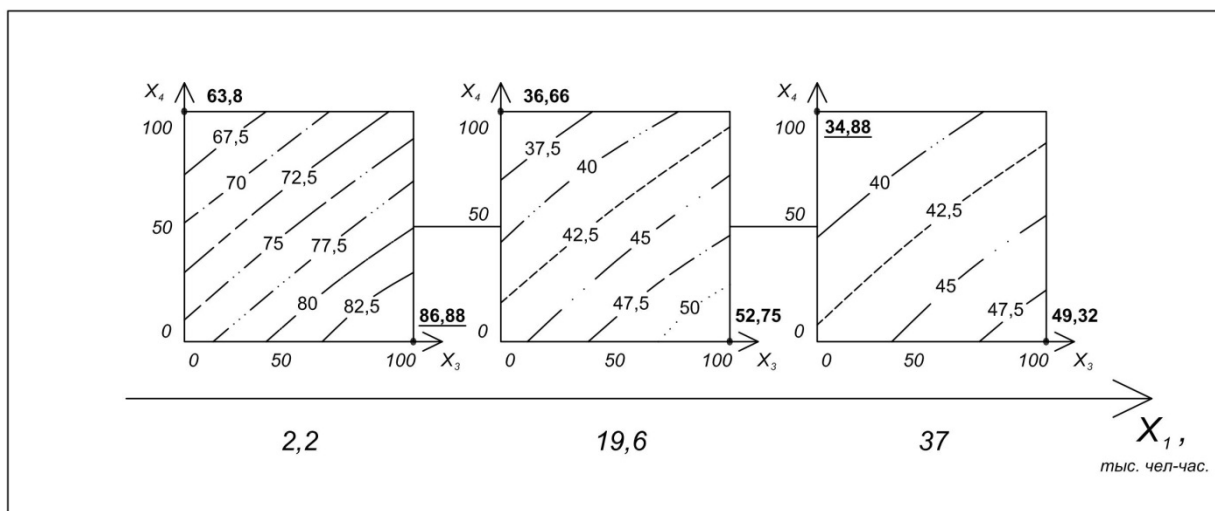


Рисунок 7.6 – Змінення собівартості виробництва кубометра зберігання зернового (Y_3) від належності ресурсів, що використовуються (X_3), і ступеня індустріальності рішень, що застосовуються (X_4), за різних стратегічних рішень при управлінні підприємством

У межах аналізованої діаграми собівартість виробництва кубометра зберігання зернового (Y_3) приймає такі екстремальні значення:

- $Y_{3 \min} = 31,9$ грн./м³ зб-я ($X_1 = 37$ тис. люд.-год.; $X_3 = 0\%$; $X_4 = 100\%$);

- $Y_{3 \max} = 86,9$ грн./м³ зб-я ($X_1 = 2,2$ тис. люд.-год.; $X_3 = 100\%$; $X_4 = 0\%$).

Розглянемо рис. 7.7. На ньому в графічному вигляді показана закономірність зміни собівартості монтажу секції норійного транспортера (Y_4) від належності ресурсів, що використовуються (X_3), і ступеня індустріальності рішень, що застосовуються (X_4). Фактор X_1 («середня трудомісткість комплексу проектів») виключений з розгляду, оскільки не має на показник істотного впливу.

Аналіз рис. 7.7 показує, що збільшення значення фактору X_3 в середньому збільшує значення показника Y_4 на 0,17 тис. грн.; збільшення рівня фактору X_4 – зменшує на 0,1 тис. грн. Екстремальні значення показника за будь-яких рівнів факторів X_1 і X_2 складають:

- $Y_{4 \min} = 1,08$ тис. грн./м. ($X_3 = 0\%$; $X_4 = 100\%$);
- $Y_{4 \max} = 1,37$ тис. грн./м. ($X_3 = 100\%$; $X_4 = 0\%$).

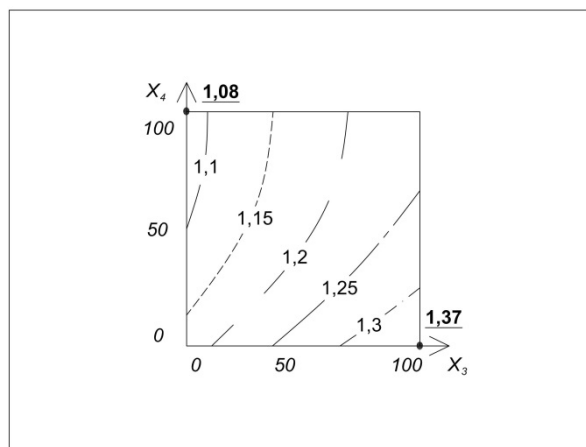


Рисунок 7.7 – Змінення собівартості монтажу секції норійного транспортера (Y_4) від належності ресурсів, що використовуються (X_3), і ступеня індустріальності рішень, що застосовуються (X_4)

Рисунок 7.8 містить графічне представлення впливу належності ресурсів, що використовуються (X_3), і ступеня індустріальності рішень, що застосовуються (X_4), на собівартість монтажу секції конвеєрного транспортера

(Y_5) при трьох варіантах значень середньої трудомісткості комплексу проектів (X_1).

Аналіз рис. 7.8 показує, що характер впливу факторів X_3 і X_4 на показник Y_5 не змінюється в залежності від рівня фактору X_1 . При проектах будь-якої величини використання необхідних організаційно-технологічних рішень дозволяє знизити значення показника на 156-175 грн./м. п. конвеєра, тобто на 17-20%.

Екстремальні значення показника складають:

- $Y_{5 \min} = 706$ грн./м. ($X_1 = 37$ тис. люд.-год.; $X_3 = 0\%$; $X_4 = 100\%$);
- $Y_{5 \max} = 937$ грн./м. ($X_1 = 2,2$ тис. люд.-год.; $X_3 = 100\%$; $X_4 = 0\%$).

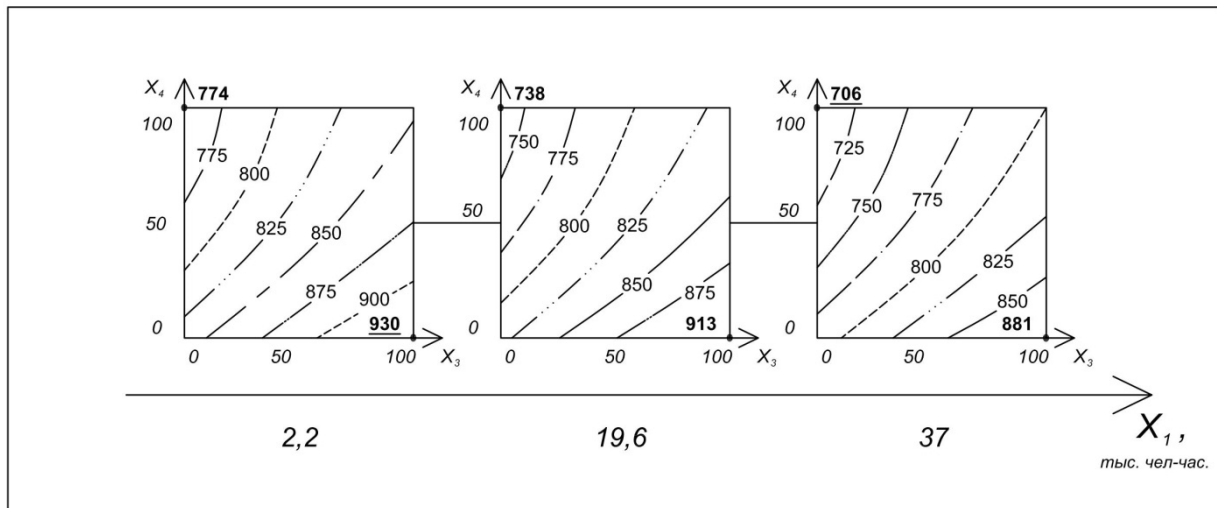


Рисунок 7.8 – Змінення собівартості монтажу секції конвеєрного транспортера (Y_5) від належності ресурсів, що використовуються (X_3), і ступеня індустріальності рішень, що застосовуються (X_4) за різних стратегічних рішень при управлінні підприємством

Література

1. Задгенидзе И. Г. Планирование эксперимента для исследования многокомпонентных систем / И. Г. Задгенидзе – М.: Наука, 1976. – 390 с.

2. Кривенко Т. Структура расходов строительного предприятия в управленческом учете [Электронный ресурс] / Татьяна Кривенко // Информационный портал \"Buhgalter.com.ua\". – 2010. – Режим доступа до ресурсу:
3. <https://buhgalter.com.ua/articles/details/2056/>.
4. Лобакова Л. В. Організаційне моделювання реконструкції будівель при їх перепрофілюванні : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.23.08. "Технологія та організація промислового та цивільного будівництва" / Лобакова Лілія В`ячеславівна – Одеса, 2016. – 21 с.
5. Менейлюк А. И. Оптимизация организационно-технологических решений реконструкции высотных инженерных сооружений / А. И. Менейлюк, М. Н. Ершов, А. Л. Никифоров, И. А. Менейлюк. – К.: ТОВ НВП "Інтерсервіс", 2016. – 332 с.
6. Менейлюк О. І., Нікіфоров О. Л. Зниження собівартості продукції підприємства з будівництва та реконструкції елеваторів. Будівельне виробництво. – 2017. – №62/1. – С. 10-18.
7. Налимов В. В. Логические основания планирования эксперимента / В. В. Налимов, Т. И. Голикова – М.: Металлургия, 1980. – 152 с.
8. Финни Д. Введение в теорию планирования экспериментов / Д. Финни, перевод с англ. Романовской И. Л. и Хусу А. П., под ред. Линника Ю. В. – М.: Наука, 1970. – 281 с.
9. Чернов І. С. Вибір ефективних моделей зведення житлових будівель при фінансовій ситуації, що змінюється : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.23.08. "Технологія та організація промислового та цивільного будівництва" / Чернов Ігор Станіславович – Одеса, 2013. – 20 с.

Питання для самостійного вивчення лекції

1. Які програми для моделювання процесів будівництва та реконструкції Ви знаєте? Які їхні недоліки та переваги?
2. Яким чином виконується графічна обробка результатів експерименту? Які програми для цього Ви знаєте?
3. Чому можуть використовуватися ідентичні плани експериментів для двох різних технологій?
4. Як моделюються організаційно-технологічні рішення будівельного підприємства?
5. Яким чином відсутність чи незначна величина коефіцієнту при змінній у експериментально-статистичній моделі відображається на графічних представленнях?

Лекція № 8.

МОЖЛИВІ ПЕРСПЕКТИВНІ ОБЛАСТІ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДИКИ, ЩО РОЗГЛЯДАЄТЬСЯ

(6 год.)

План лекції

1. Переваги представленої методики оптимізації організаційно-технологічних рішень.
2. Недоліки представленої методики оптимізації організаційно-технологічних рішень.
3. Перспективи вдосконалення представленої методики.

Основні поняття

Запропонована методика оптимізації організаційно-технологічних рішень має ряд переваг, зокрема, дозволяє вирішувати наступні завдання:

- Виявлення нових закономірностей зміни показників будівництва у вигляді аналітичних і графічних моделей.
- Кількісний аналіз отриманих експериментально-статистичних залежностей.
- Визначення оптимальних режимів моделей будівництва при використанні різних сполучень організаційно-технологічних і фінансово-економічних схем.
- Ухвалення обґрунтованого управлінського рішення про методи будівництва в умовах наявних обмежень і формалізація його у вигляді, зручному для виробництва.
- Контроль за будівництвом зоні і оперативне коректування отриманої моделі з урахуванням змін.
- Аналіз і оцінка реалізованих стратегій для оптимізації аналогічних проектів.

Крім оптимізації організаційно-технологічних рішень, представлену методикою можливо використовувати для пошуку ефективних конструктивно-технологічних та об'ємно-планувальних рішень, для розгляду економіко-фінансових рішень на стадії ініціації та техніко-економічного моделювання проектів.

Запропонована методика також має і ряд недоліків. Вони потребують усунення з метою підвищення точності розрахунків і коректності рішень, що пропонуються. Наведемо дані проблеми:

- Складність формалізації технологічних і фінансово-економічних факторів в рамках теорії ЕС-моделювання.
- Точність проведення розрахунків, достатня для інженерної оцінки технічних рішень, може бути недостатня для фінансово-економічних досліджень.
- Висока трудомісткість створення експериментальних моделей реалізації будівництва внаслідок недосконалості методів використання програмного забезпечення.

Виходячи з вищевикладеного, можна визначити два основних напрямку подальших досліджень для вдосконалення представленої методики:

- усунення недоліків запропонованого оптимізаційного розрахунку і підвищення точності фінансових розрахунків;
- розширення сфери застосування методики.

Література

1. Лобакова Л. В. Організаційне моделювання реконструкції будівель при їх перепрофілюванні : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.23.08. ОДАБА. Одеса, 2016. – 21 с.
2. Менейлюк А. И. Оптимизация организационно-технологических решений реконструкции высотных инженерных сооружений / А. И. Менейлюк, М. Н. Ершов, А. Л. Никифоров, И. А. Менейлюк. – К.: ТОВ НВП

"Інтерсервіс", 2016. – 332 с.

3. Менейлюк І. О. Науково-методологічні основи вибору організаційно-технологічних рішень цивільного будівництва у прибережній зоні : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня док. техн. наук : 05.23.08. ХНУБА. Харків, 2021. – 38 с.
4. Нікіфоров О. Л. Оптимізація організаційно-технологічних рішень при управлінні підприємствами з будівництва та реконструкції елеваторів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.23.08. ОДАБА. Одеса, 2018. – 23 с.
5. Чернов І. С. Вибір ефективних моделей зведення житлових будівель при фінансової ситуації, що змінюється : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.23.08. ОДАБА. Одеса, 2013. – 20 с.

Питання для самостійного вивчення лекції

1. Назвіть найбільш перспективні, на Ваш погляд, напрямки подальшого використання методики оптимізації організаційно-технологічних рішень із використанням експериментально-статистичного моделювання. Чому?
2. Назвіть переваги запропонованої методики.
3. Назвіть можливі шляхи вдосконалення методики оптимізації організаційно-технологічних рішень із використанням експериментально-статистичного моделювання. Яким чином Ви запропонували б це зробити?