

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА



**НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК**  
для виконання магістерської роботи  
за освітньо-професійною програмою  
«Промислове та цивільне будівництво»

Одеса – 2019

УДК 69.055 : 378.2(075.8)

Н 15

*Рекомендовано до друку Вченою Радою  
Одеської державної академії будівництва та архітектури  
(протокол № 5 від 27 грудня 2018 р.)*

**Н 15** Навчальний посібник для виконання магістерської роботи за освітньо-професійною програмою «Промислове та цивільне будівництво» : навч. посіб. / Менеїлюк О. І. та ін. — Одеса : ОДАБА, 2019. — 151 с.  
**ISBN 978-617-7195-79-4**

**Укладачі:**

Менеїлюк О. І. – д. т. н., професор;  
Галушко В.О. – д. т. н., доцент;  
Менеїлюк І. О. – к. т. н.;  
Нікіфоров О. Л. – асистент;  
Черепашук Л.А. – асистент.

**Рецензенти:**

Кравчуновська Т. С. – д. т. н., проф., завідувач кафедри планування і організації виробництва Придніпровської державної академії будівництва та архітектури;

Шумаков І. В. – д. т. н., проф., завідувач кафедри технології будівельного виробництва Харківського національного університету будівництва і архітектури;

Осипов О. Ф. – д. т. н., проф., професор кафедри технології будівельного виробництва Київського національного університету будівництва і архітектури.

Мета даного навчального посібника – надання допомоги студентам при виконанні випускної магістерської роботи за навчальною професійною програмою підготовки.

Навчальний посібник рекомендується студентам усіх форм навчання для освітнього ступеня «магістр» за навчальною професійною програмою підготовки спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» – «Промислове та цивільне будівництво».

Відповідальний за випуск: завідувач кафедри технології будівельного виробництва, д. т. н., професор Менеїлюк О. І.

УДК 69.055 : 378.2(075.8)

Н 15

ISBN 978-617-7195-79-4

© Менеїлюк О. І. та ін., 2019

## ЗМІСТ

ЗМІСТ .....	3
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 СКЛАД, СТРУКТУРА І ОСНОВНІ ЕТАПИ ВИКОНАННЯ ВИПУСКНОЇ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ.....	6
РОЗДІЛ 2 ЗМІСТ РОБОТИ .....	10
2.1 Оформлення вступу до магістерської роботи .....	10
2.2 Архітектурна частина .....	13
2.3 Розрахунково-конструктивна частина .....	15
2.4 Основи і фундаменти .....	16
2.5 Основний розділ випускаючої кафедри – інновації в будівництві .....	18
2.5.1 Інженерно-дослідницька частина .....	18
2.5.2 Технологія будівельного виробництва .....	20
2.5.3 Організація будівельного виробництва .....	21
2.6 Економічна частина.....	22
РОЗДІЛ 3 ВАРІАНТИ ВИКОНАННЯ НАУКОВОЇ ЧАСТИНИ РОБОТИ .....	23
3.1 Аналіз інформаційних джерел за темою дослідження .....	24
3.2 Варіант 1. Удосконалення та розробка нових будівельних рішень .....	28
3.3 Варіант 2. Вибір ефективних організаційно-технологічних рішень за допомогою багатокритеріального аналізу .....	37
3.4 Варіант 3. Вибір ефективного рішення будівництва об'єкта за допомогою чисельного експерименту .....	53
3.5 Варіант 4. Експериментальні дослідження в лабораторних або натурних умовах .....	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ .....	60
ДОДАТОК А – Приклад заяви про затвердження теми магістерської роботи...	64
ДОДАТОК Б – Приклад рецензії та відгуку на випускну магістерську роботу.	65

ДОДАТОК В – Приклад титульної сторінки та змісту випускної магістерської роботи .....	67
ДОДАТОК Г – Приклад розробки нового конструктивно-технологічного рішення огорожувальних конструкцій.....	71
ДОДАТОК Д – Приклад вибору ефективного конструктивно-технологічного рішення на основі багатокритеріального аналізу .....	85
Список використаних джерел в додатку Д.....	109
ДОДАТОК Е – Приклад вибору ефективного варіанту організаційно-технологічного рішення на основі чисельного експерименту .....	112
Е.1 Методика проведення експериментальних досліджень .....	113
Е.2 Отримання закономірностей за результатами досліджень.....	116
Е.3 Вплив факторів, що досліджуються, на тривалість будівництва .....	122
ДОДАТОК Ж – Приклад дослідження технологічних режимів влаштування горизонтальних протифільтраційних екранів (лабораторний експеримент)....	135
Ж.1 Загальна методика дослідження.....	136
Ж.2 Результати визначення технологічних параметрів горизонтального ін'єктування ґрунту .....	143

## ВСТУП

Даний навчальний посібник розроблений для студентів денної та заочної форм навчання і призначений для виконання випускної магістерської роботи за освітньою професійною програмою підготовки. Оскільки підготовка магістрів є справою відносно новою, поки ще не розроблені уніфіковані вимоги щодо змісту і структури магістерської роботи як виду кваліфікаційної роботи. Специфічним є не тільки зміст магістерської роботи, а й форма її викладу. Вона характеризується певним ступенем абстрагування, активним застосуванням математичного апарату, засобів логічного мислення, комп'ютерних програм і методів математичної статистики.

Слід зазначити, що кількість студентів, які навчаються за професійною програмою, значно перевищує кількість студентів за науковою програмою як в нашій академії, так і в інших будівельних ВНЗ України. Виконання випускної магістерської роботи за програмою професійної підготовки має свої особливості. Робота складається з двох основних частин. Основна частина – це розрахунки і проектування традиційних розділів будівельного проекту: архітектурного, конструктивного, вибору основ і фундаментів, організаційно-технологічного та економічного. Друга частина – інженерно-дослідницька (наукова). Вона невелика за обсягом: складає 15-30 аркушів пояснювальної записки і 1-2 листи графічної частини. В даному розділі студенти повинні продемонструвати своє вміння отримати певний результат в галузі наукових досліджень.

Перша частина, як правило, не викликає ускладнень у студентів, так як по усім розділам вони виконували самостійні роботи в процесі навчання. Науковим дослідженням в навчальній програмі підготовки професійних магістрів не приділяється особливої уваги. Тому велика частина навчального посібника присвячується методиці і прикладам виконання наукової частини.

## **РОЗДІЛ 1 СКЛАД, СТРУКТУРА І ОСНОВНІ ЕТАПИ ВИКОНАННЯ ВИПУСКНОЇ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ**

Випускна магістерська робота за програмою професійної підготовки – це самостійна робота, яка містить розрахункову, проектну, графічну і наукову частини. Вона виконує кваліфікаційну функцію і робиться з метою публічного захисту для отримання ступеня «магістра» за програмою професійної підготовки. Основні завдання її автора – продемонструвати рівень своєї інженерної кваліфікації, вміння самостійно приймати грамотні рішення, виконувати конкретні наукові завдання і отримувати при цьому новий результат, який можна використовувати і який має певний ефект.

Магістерська робота, має узагальнюючий характер, оскільки є своєрідним підсумком підготовки магістра у вищому навчальному закладі. При цьому студент упорядковує на власний розсуд накопичені знання і наукові факти для досягнення поставленої мети, визначає їх наукову цінність і практичну значущість (ефективність використання).

Для викладу матеріалу роботи характерні аргументованість суджень і точність наведених даних. Орієнтуючись на високу професійну підготовку, автор включає в текст роботи розрахунки, таблиці, формули, символи, діаграми, схеми, графіки і т. п. Структура пояснювальної записки магістерської роботи включає:

- титульна сторінка;
- зміст;
- вступ;
- розділи і підрозділи основної частини;
- висновки;
- список використаних інформаційних джерел;
- додатки.

Наповнення кожної з перерахованих частин магістерської роботи визначається темою. Вибір теми залежить від обраного напрямку і форми наукової частини. А також від сфери діяльності студента, результатів аналізу інформаційних джерел. У процесі підготовки роботи слід застосовувати вивчені методики розрахунків, конструювання, архітектурного проектування, а також відомі методичні прийоми і теорії для підготовки наукової частини роботи.

Крім пояснювальної записки у випускній магістерській роботі обов'язково повинна бути графічна частина, в тому числі і для наукової частини.

Для студентів, які навчаються за програмою професійної підготовки, це результати проектування (креслення) основних розділів роботи, а саме:

- архітектурна частина;
- конструктивна частина;
- основи і фундаменти;
- організаційно-технологічна частина з урахуванням результатів наукових досліджень;
- економічна частина.

Порядок виконання і захисту магістерської роботи можна представити у такій схемі:

1. Вибір теми магістерської роботи, а також напрямки і форми наукових досліджень.

Всі зазначені питання необхідно вирішити до переддипломної практики. Тема магістерської роботи повинна відповідати професійним спрямуванням спеціалізації, основними напрямками роботи випускаючої кафедри, бути актуальною для регіону і умов будівельного ринку.

Щоб уникнути плагіату, теми робіт щорічно оновлюються і коригуються, а електронні версії робіт, які захищаються, вносяться в комп'ютерну базу академії для вибіркової перевірки на антиплагіат.

Тема затверджується наказом по Інженерно-будівельному інституту. Для цього магістрант пише заяву на ім'я директора ІБІ, погоджує тему на випускаючій кафедрі. Приклад заяви наведено в Додатку А.

2. Визначення керівника і консультантів по кожному розділу випускної магістерської роботи.

В якості керівника магістерської роботи залучаються досвідчені викладачі з числа професорсько-викладацького складу кафедри ТБВ. Консультантів з основних розділів проектування призначають завідувачі відповідних кафедр.

3. Затвердження теми магістерської роботи і наукового керівника.

Теми магістерських робіт, обрані студентами і узгоджені з науковими керівниками, обговорюються на засіданні кафедри і затверджуються рішенням вченої ради ІБІ до початку дипломного проектування.

У випадку необхідності існує можливо вносити зміни і/або коригування теми магістерської роботи, заміни наукового керівника. Ці питання вирішуються на засіданні кафедри не пізніше ніж за 2 місяці до терміну подання магістерської роботи до захисту.

4. Складання плану магістерської роботи.

На підставі завдання на виконання магістерської роботи складається календарний план виконання роботи, терміни проміжного контролю виконання окремих етапів. План узгоджується з керівником.

5. Організація написання роботи.

У період переддипломної практики магістрант проводить збір і обробку інформаційних джерел, практичного матеріалу з обраної теми, визначає методики розрахунків, конструювання, методологію наукового дослідження, аналізує стан і формулює наукову задачу і шляхи її вирішення.

У період підготовки магістерських робіт здійснюється поточний кафедральний контроль ступеня їх виконання. Для цього на протязі всього періоду виконання роботи студент доповідає керівнику про виконані етапи і погоджує з ним їх результати. У період дипломного проектування виконуються

три «обходи». На них визначається відсоток виконання магістерських робіт. Контрольні терміни звітності магістра (дату «обходів») встановлює кафедра.

Науковий керівник здійснює:

- видачу завдання;
- перевірку виконання плану роботи по розділах;
- рекомендації щодо джерел інформації та застосування методів наукових дослідження;
- контроль за дотриманням термінів підготовки всієї магістерської роботи і доповіді для публічного захисту.

Консультанти по розділах видають відповідні завдання, допомагають студентам з вибором методик розрахунку і проектування, приймають результати і підписують відповідний розділ роботи.

#### 6. Рецензування роботи і відгук керівника.

Не пізніше ніж за 10 днів до захисту, робота представляється науковому керівнику з метою підготовки відгуку, а також направляється на рецензування. Рецензування здійснюється професорсько-викладацьким складом суміжних кафедр, вченими або спеціалістами певної професії, які працюють в цій галузі. Рецензія подається в письмовій формі на 1-2 сторінках (див. додаток Б). В рецензії обов'язково вказується оцінка роботи за 5-бальною шкалою і можливість присвоєння ступеня «магістр» за професійною програмою за спеціальністю 192 «Будівництво та громадянська інженерія», спеціалізації «Промислове та цивільне будівництво». Рецензент вказує свої вчене звання, вчений ступінь, займану посаду, ПІБ і ставить підпис.

Магістерська робота зазвичай складається з п'яти основних розділів, вступу, висновків та списку інформаційних джерел і оформлюється відповідно до діючих вимог [14].

## РОЗДІЛ 2 ЗМІСТ РОБОТИ

### 2.1 Оформлення вступу до магістерської роботи

Обсяг вступу займає 2-5 сторінок. Незалежно від теми магістерської роботи, вступ містить кілька основних пунктів:

- *Формулювання основної задачі.* Перша фраза роботи за професійною програмою починається з формулювання рішення проблеми (основного завдання), наприклад, так: «Робота присвячена розробці проекту будівництва конкурентоспроможного (назва об'єкта, наприклад, ТРЦ) з урахуванням результатів ... (основний результат наукової частини).
- *Обґрунтування актуальності теми.* Воно, як правило, має включати такі складові:
  - Кількість будівель, які зводяться в Україні (або регіоні), котрі проектуються, великий обсяг і/або вартість розглянутих в науковій частині робіт, конструкцій, розрахунків і т.п. Причому в тексті дипломної магістерської роботи потрібно конкретизувати ці відомості для міста, регіону, країни і відповідних робіт, конструкцій, методів розрахунку і т.п. Це важливо, тому що при великих обсягах робіт навіть незначна економія призведе до істотного економічного ефекту в цілому.
  - Ефективність передбачуваного рішення поставленого основного завдання досліджень. Така ефективність може бути економічною, технічною, соціальною, екологічною або ін. Прикладом технічної ефективності може служити поліпшення технічних характеристик об'єкта досліджень. Для кафедри ТБВ це – скорочення трудомісткості, строків будівництва, поліпшення якості виконання робіт і т.п.

- Відсутність типових рішень, а також відомостей в сучасній нормативній літературі і офіційних рекомендаціях (для методичної форми магістерської роботи – в підручниках і навчальних посібниках) і ефективних рішень поставленого основного завдання з проектування та наукової частини (необхідно розкрити, що саме).

Обґрунтування актуальності теми може займати приблизно 0,5-1 сторінки.

- *Мета магістерської роботи.* Вона, як правило, є її більш повною (перезфразованою) назвою з уточненням і конкретизацією. Вона відображає результат, до якого автор прагне. Формулюється мета лаконічно, одним-двома реченням.
- *Завдання дослідження* – це конкретизація мети. Для проектної частини: запроектувати будівлю ... (вказати назву будівлі і розділи проекту). Для наукової частини: аналіз інформаційних джерел за темою роботи, виявити найбільш ефективне рішення ... (вказати, які саме), розробити (вдосконалити) технологію ... і т.п.). Завдань може бути кілька і кожне з них покликане відобразити аспекти обраної теми, а також допомогти вирішити основну задачу, сформульовану при складанні мети. Завдання – це ті елементи, по чергово виконуючи які, можна буде отримати планований результат, тобто досягти наміченої мети. Або ж, навпаки, зробити висновок, то застосування тих чи інших засобів неактуально і неефективно. Озвучені у вступі завдання послідовно розкриваються в розділах роботи.
- *Об'єкт дослідження* – це проєктована будівля або споруда.
- *Предмет наукового дослідження* міститься в межах об'єкта досліджень. Для визначення предмета дослідження в об'єкті виділяється та його частина, яка є предметом наукових досліджень. Саме на нього спрямована основна увага магістранта.

Об'єкт і предмет дослідження як категорії наукового процесу співвідносяться між собою як загальне і часткове.

- *Методологічна база досліджень* – прийоми, що використовуються при написанні роботи (програми для розрахунків або моделювання, методики розрахунків, патентного пошуку, методи експериментальних досліджень, які використовуються і т.п.).
- *Наукова новизна*, або наукові результати – це нові залежності, закономірності, методики, методи або методологія, результати багатокритеріального аналізу за вибором ефективного рішення, розробка (вдосконалення) технології і т.п.
- Передбачувана практична значущість результатів роботи може полягати в розробці проектного рішення, в розрахунку і проектуванні креслень конструкцій, технологічної карти, рекомендацій по реалізації результатів досліджень (слід звернути увагу на те, в чому полягатиме ефективність результатів дослідження). Для науково-методичної форми це може бути складання методичних вказівок, розділу навчального посібника або підручника.

Практична значимість залежить від стадії впровадження отриманих результатів. Вони можуть бути наступними:

- проект будівництва будівлі або споруди (вказати назву);
- апробація результатів на конференціях і/або шляхом публікацій у спеціалізованих наукових виданнях;
- апробація в умовах виробництва;
- впровадження результатів на реальних об'єктах будівництва або реконструкції;
- використання результатів при розробці нормативних документів.

Вступ до магістерської роботи може включати не всі перелічені пункти. Але в будь-якому вступі повинні бути присутніми: актуальність теми, мети і завдання для її досягнення, новизна і значимість результатів досліджень. Інші пункти включаються у вступ в залежності від отриманих результатів. Відсутність будь-яких пунктів повинно бути погоджено з керівником магістерської роботи.

## 2.2 Архітектурна частина

У випускній роботі цей розділ завжди перший після вступу. Він починається з опису вихідних даних самого об'єкта: вказується кліматичний район, місце будівництва, середня температура повітря в жаркий і холодний періоди, кліматичний і сейсмічний райони будівництва, клас відповідальності, ступінь вогнестійкості.

Далі надається опис об'ємно-планувального рішення будівлі. Вказуються проєктовані приміщення (для промислових будівель описуються основні технологічні і допоміжні приміщення, що знаходяться в цеху, для житлових і громадських – експлуатовані і неексплуатовані приміщення) з розмірами, загальною і корисною площею будівлі.

В архітектурно-конструктивному рішенні необхідно вказати конструктивну схему будівлі з чого виконуються внутрішні та зовнішні стіни, сходи, перекриття (для багатоповерхових будівель) і покриття, покрівля, підлоги, двері, вікна. Якщо є інші споруди (басейн, сауна, технологічні приміщення і т.п.) вказати їх конструктивні особливості.

Далі йде опис зовнішнього і внутрішнього оздоблення будівлі. Вказується вид оздоблення для стелі, стін і інших конструкцій, відповідно до конструкції та об'ємно-планувального рішення будинку.

Потім коротко описують інженерне обладнання будівлі: вказуються джерела тепло-, водо-, газо- та енергопостачання будівлі. Далі виконується теплотехнічний розрахунок зовнішніх стін відповідно до району будівництва, матеріалу і конструкції зовнішніх стін.

У графічній частині необхідно показати наступне: генеральний і ситуаційний плани, розу вітрів, експлікацію будівель, техніко-економічні показники генерального плану, плани поверхів, поздовжній і поперечний розрізи, при необхідності, експлікацію приміщень, план покрівлі, вузли, фасади, техніко-економічні показники будівлі.

Склад пояснювальної записки та графічної частини цього та інших розділів можуть бути змінені відповідно до завдання консультанта за умови узгодження його з керівником. Для розробки цієї частини роботи використовуються методичні розробки відповідних кафедр [3, 4, 9, 17, 19, 35].

## 2.3 Розрахунково-конструктивна частина

У цій частині роботи відповідно до завдання консультанта виконується розрахунок одного з елементів чи конструкції (перекриття, колони, балки, сходового маршу або ін.), Відповідно до цього виконуються розрахунки в одній з програм. За цими програмами студенти перевіряють конструктивний елемент на міцність, виконують підбір діаметрів арматури, підбір перерізу елемента, перевірку на утворення тріщин і ширину їх розкриття (для з/б елементів).

Починають розрахунок зазвичай зі збору навантажень (постійних і тимчасових). Потім, якщо це необхідно, виконується статичний розрахунок рами. Призначаються розрахункові характеристики матеріалів. Вказується клас бетону, арматури. Виконується розрахунок міцності перерізу конструктивного елемента відповідно до завдання. Приймається відстань від арматури до грані бетону, висота перетину, перевіряються граничні умови. При необхідності, виконується розрахунок міцності по похилих перетинах. Призначається діаметр арматури, робоча висота перерізу, крок стрижнів. Визначається розподілене навантаження, зусилля, яке сприймається стрижнями, довжина проекції похилої тріщини.

У графічній частині зазвичай показується, в масштабі, обраний конструктивний елемент, сітки, каркас, специфікація елементів і відомість витрати матеріалу.

Для виконання розрахункової частини необхідно використовувати методичні розробки відповідної кафедри (в залежності від типу конструкцій) і нормативну літературу [2, 7, 15, 24, 36, 49, 50, 58-59, 71].

## 2.4 Основи і фундаменти

В цьому розділі виконується розрахунок і конструювання фундаментів відповідно до завдання консультанта. Для вибору фундаменту виконується збір тимчасових і постійних навантажень для всієї будівлі (покрівля, стіни, перекриття). Якщо він зроблений в конструктивному розділі раніше, можна скористатися цими даними.

Вказуються ґрунтові умови відповідно до обраного місця будівництва і завданням консультанта. Виконують оцінку інженерно-геологічних умов будівельного майданчика. Фізико-механічні характеристики ґрунтів зазвичай представляють у вигляді таблиці. Далі слід обґрунтувати вибір типу основи несучого шару і декількох типів фундаментів. Після їх розрахунку і порівняння варіантів, вказується обраний.

Для визначення типу ґрунтових умов, фізико-механічних та міцністних характеристик необхідно показати геологічний розріз в масштабі 1:100, на якому наводяться нашарування ґрунтів. На підставі відповідних розрахунків будується епюра напружень з урахуванням інженерно-геологічних умов для кожного шару окремо, як від власної ваги, так і від зовнішнього навантаження.

Визначаються напруження від власної ваги ґрунту і зовнішнього навантаження. Визначають осадку для кожного шару, виконують розрахунок фізико-механічних і міцністних характеристик, здійснюють розрахунок фундаменту і його конструювання. Розрахунок фундаменту здійснюється за несучою здатністю конструкції фундаменту з урахуванням деформації ґрунтів основи. З цією метою проводиться розрахунок опору ґрунтів під подошвою фундаменту. Методом проб і помилок уточнюються остаточні розміри фундаменту і виконується його графічне зображення. В подальшому може проводитися розрахунок фундаменту по несучій здатності і підбір армування. Виконавши техніко-економічний розрахунок і зіставивши показники вартості порівнюваних варіантів фундаментів, вибирається найбільш ефективний варіант.

Графічна частина включає: план фундаментів під майбутній будинок, розріз плану із зазначенням інженерно-геологічних елементів і епюр напружень (власна вага і зовнішнє навантаження); детальну розробку конструкції фундаменту (в разі необхідності вказати фундаментні балки), витрата матеріалів на влаштування фундаментів.

При виконанні цього розділу роботи необхідно використовувати методичні розробки кафедри «Основи і фундаменти» [34, 50, 52] і нормативну літературу [8, 16].

## **2.5 Основний розділ випускаючої кафедри – інновації в будівництві**

### **2.5.1 Інженерно-дослідницька частина**

Крім проектної частини (розрахунків і креслень) випускна магістерська робота за професійною програмою повинна містити інженерно-дослідницьку (наукову) частину. В процесі виконання інженерно-дослідницької частини такої роботи магістрант повинен продемонструвати здатність самостійно вести науковий пошук, ставити і вирішувати завдання, аналізувати спеціальну інформацію, науково аргументувати і захищати свою точку зору, спираючись на сформовані компетенції [18].

Основними формами наукових досліджень є:

1. Експериментальна – експерименти в натурних, лабораторних умовах або так званий чисельний експеримент.
2. Науково-методична – полягає в розробці методичної літератури по науково-методичним напрямкам кафедри (МВ, розділів навчальних посібників, підручників) з урахуванням теми і результатів проектування.
3. Інженерно-дослідницька – вибір ефективних будівельних рішень (організаційних, технологічних, конструктивних) для виконання конкретних завдань на проектованому будівельному об'єкті. У таких дослідженнях зазвичай виконується аналіз традиційних рішень і інновацій по темі роботи, вибір критеріїв ефективності і визначення найбільш ефективного рішення. На його основі може розроблятися нове проектне рішення замість базового проекту, наприклад, технологічні карти або графік виконання робіт.

Для вибору ефективного рішення використовуються методики, розроблені на кафедрі ТБВ ОДАБА, зокрема:

- багатокритеріальний аналіз для вибору ефективної технології і конструктивно-технологічних рішень із застосуванням інструментів «зведена діаграма» програми MS EXCEL.
- експериментально-статистичне моделювання для вибору ефективних організаційно-технологічних рішень із застосуванням теорії планування експериментів, програми «Сомрех», розробленої в ОДАБА, на моделях будівельних процесів, побудованих за допомогою програм MS Project, Primavera, Spider Project або ін. програм з управління проектами.

Це можуть бути і інші методики: лінійне програмування, теорія графів, комбінаторний метод, нелінійне програмування, динамічне програмування та ін.

## 2.5.2 Технологія будівельного виробництва

В цьому розділі зазвичай розробляються три технологічні карти.

Перша – за результатами наукових досліджень. Це може бути: 1 варіант – вдосконалена або нова технологія відповідно в виконаним патентним пошуком і підготовленою заявкою на патент; або 2 варіант – технологія, обрана в результаті багатокритеріального аналізу традиційних та інноваційних рішень. Друга і третя – за завданням керівника.

Кількість технологічних карт може бути зменшена за погодженням з керівником при великому обсязі наукових досліджень. Наприклад, при моделюванні організаційних рішень за допомогою комп'ютерних програм з управління проектами відповідно до теорії планування, подальшою статистичною обробкою і аналізом результатів за допомогою комп'ютерної програми Comrex, розробленої в ОДАБА.

У пояснювальній записці необхідно визначити галузь застосування технологічної карти, виконати розрахунок обсягів робіт на всю будівлю, Розробити вказівки по технології та організації виконання будівельних процесів, техніки безпеки і охорони праці, екологічної та пожежної безпеки, калькуляцію трудових витрат, а також вимоги до якості і приймання робіт, техніко-економічні показники.

У графічній частині вказується галузь застосування, контроль якості, техніка безпеки, ТЕП, потреба машин і механізмів, потреба матеріалів, схема організації виробництва робіт, фото-фрагменти послідовності виконання робіт, графік виконання робіт.

При розробці технологічних карт рекомендується використовувати методичну літературу, розроблену на кафедрі ТБВ ОДАБА, і нормативні джерела [5, 6, 20, 24, 25, 36-47, 55, 60-64, 66, 68-70, 72].

### **2.5.3 Організація будівельного виробництва**

Цей розділ також, як і попередній, розробляється з урахуванням результатів наукових досліджень: використовуються рішення, які отримані в науковій частині. Наприклад, графік виконання робіт з оптимальними організаційно-технологічними параметрами, які отримані в результаті експериментально-статистичного моделювання.

У пояснювальній записці необхідно описати наступне:

1. Характеристика умов будівництва.
2. Встановлення номенклатури і підрахунок обсягів робіт.
3. Визначення трудомісткості робіт.
4. Обґрунтування і розробка календарного плану.
5. Визначення потреби в робочих кадрах і будівельних машинах.
6. Розробка будженплану об'єкта будівництва.
7. Організація матеріально-технічного забезпечення.
8. Розрахунок техніко-економічні показників.

Графічна частина розділу включає 2 листи. Перший лист формату А1 включає календарний план будівництва, виконаний за допомогою сучасного програмного забезпечення, ресурсні графіки, техніко-економічні показники. Другий лист формату А1 включає будженплан, найбільш характерний розріз по будженплану (поздовжній або поперечний), експлікацію до будженплану і умовні позначення.

Розробку цієї частини потрібно виконувати за допомогою методичної літератури [56, 57] і нормативних документів [10-13].

## 2.6 Економічна частина

В цьому розділі складається кошторисна документація на трудові і матеріально-технічні ресурси з урахуванням обраних в науковій частині ефективних рішень. Виконуються розрахунки показників і нарахувань на загальновиробничі витрати, усереднений показник ліміту коштів на зведення та розробку титульних тимчасових будівель і споруд; усереднений показник ліміту коштів на додаткові витрати при виконанні БМР; витрати на покриття ризику всіх учасників будівництва; кошти на покриття адміністративних витрат; річний прогнозний індекс інфляції в будівництві (кошти на покриття витрат, пов'язаних з інфляційними процесами визначаються з урахуванням закінчення будівництва); усереднений показник розміру кошторисного прибутку; ставка комунального податку.

Виконується зведений кошторисний розрахунок, об'єктний або локальний кошторис на загальнобудівельні роботи. Іноді, за погодженням з керівником, виконується розрахунок локальних кошторисів на придбання і монтаж технологічного обладнання, внутрішні і зовнішні електромонтажні роботи, санітарно-технічні роботи, роботи з кондиціонування, опалення, пожежної та охоронної сигналізації та інших слабкострумівих систем.

Розробку цієї частини випускної магістерської роботи необхідно виконати з використанням методичної та нормативної літератури [10-13, 30].

## РОЗДІЛ 3 ВАРІАНТИ ВИКОНАННЯ НАУКОВОЇ ЧАСТИНИ РОБОТИ

Основними варіантами виконання наукової частини магістерської роботи за професійною програмою є:

- Аналіз інформаційних джерел – процес пошуку, анотування інформаційних джерел, оформлення бібліографічних посилань на них, вияву апріорної інформації та формування гіпотез подальших досліджень.
- Удосконалення та розробка нових будівельних рішень – процес вияву недосконалостей наявних рішень та пропонування більш ефективних варіантів таких рішень. Може бути оформлений як патентний пошук та розробка заявки на винахід, корисну модель, промисловий зразок за трьома категоріями: пристрій, спосіб, речовина.
- Вибір ефективних організаційно-технологічних рішень за допомогою багатокритеріального аналізу – процес вибору ефективного рішення за одним або декількома критеріями шляхом: аналізу інформаційних джерел; оцінки альтернатив за різними показниками; їхнього кількісного та якісного порівняння.
- Вибір ефективного рішення будівництва об'єкта за допомогою чисельного експерименту – процес чисельного моделювання варіантів будівельних рішень, побудови залежностей зміни показників цих рішень від факторів, що варіюються, подальшого аналізу цих закономірностей з метою виявлення найбільш раціональної альтернативи.
- Експериментальні дослідження в лабораторних або натурних умовах – процес лабораторного або натурального моделювання варіантів будівельних рішень, побудови залежностей зміни показників цих рішень від факторів, що варіюються, подальшого аналізу цих закономірностей з метою виявлення найбільш раціональної альтернативи.

### **3.1 Аналіз інформаційних джерел за темою дослідження**

Аналіз інформаційних джерел (зустрічається також – літератури) представляє собою процес пошуку, анотування інформаційних джерел, оформлення бібліографічних посилань на них, вияву апріорної інформації та формування гіпотез подальших досліджень.

Джерела – це різні нормативні акти, технічні документи, стандарти, правила, інструкції, архівні документи тощо, для специфічних робіт – це відеоролики, фотофрагменти та інше.

Література – це думки і обговорення різних авторів із заданої теми (монографії, збірники, багатотомні видання, навчально-методична література, статті зі збірників і періодичних видань, автореферати дисертацій, в тому числі і на електронних носіях). Огляд літератури являє собою короткий огляд робіт, які розглядалися раніше, і прямим або непрямим чином відносяться до предмету дослідження та описані магістром в розділі наукової частини. Ретельне вивчення джерел з теми дослідження і розробка посилань на них є важливою частиною виконання наукових досліджень. Робота над бібліографією дозволяє генерувати велику кількість якісних і актуальних наукових гіпотез та ідей.

Першим етапом аналізу є визначення глибини і ширини пошуку ефективних рішень (рис. 3.1), який полягає у визначенні тимчасового періоду, області знань/тематики, типу розглянутих джерел і країн розробки ефективних рішень. Тут під тимчасовим періодом розуміється термін, який включає питання, що цікавлять публікації. Під областю знань/тематикою – ті розділи бібліографічних ідентифікаторів, які представляють інтерес в рамках дослідження. Тип джерел позначає, в яких саме сховищах інформації буде проводитися пошук ефективних рішень. Також можна обмежити (або не обмежувати) область пошуку ефективних рішень приналежністю до тої чи іншої країни.

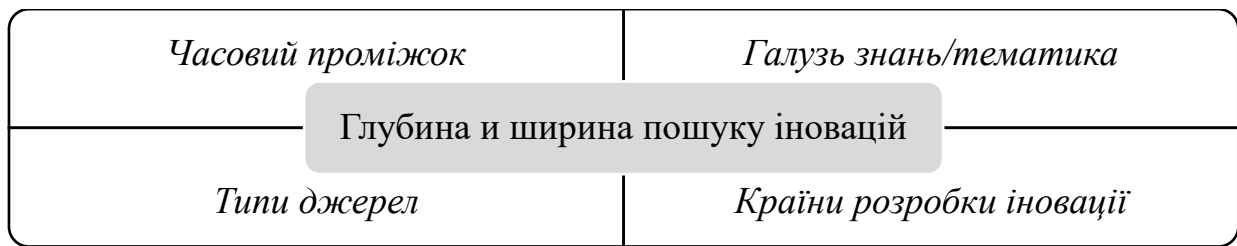


Рисунок 3.1 – Визначення глибини і ширини пошуку ефективних рішень

Найбільш поширеним способом пошуку інформації, в тому числі про ефективні рішення, є використання бібліографічних ідентифікаторів. Основні з них – наступні:

1. Показчик – система класифікації інформації в бібліотеках, заснована на складанні картотеки, впорядкованої за абеткою.
2. УДК (універсальна десяткова класифікація) – система класифікації інформації, що використовується в усьому світі для систематизації творів науки, літератури і мистецтва, періодичної преси, різних видів документів і організації картотек. Центральною частиною УДК є таблиці, що охоплюють всю сукупність знань і побудовані за ієрархічним принципом поділу від загального до конкретного з використанням цифрового десяткового коду.
3. ББК (бібліотечно-бібліографічна класифікація) – універсальна ієрархічна комбінаційна класифікаційна система. Бібліотечну класифікацію оформляють у вигляді таблиць класифікації. Таблиці класифікацій – це посібник, призначений для визначення класифікаційних індексів з метою впорядкування документів у фонді і систематичному каталозі відповідно до використовуваної в бібліотеці системою класифікації.
4. МПК (міжнародна патентна класифікація) – являє собою багатоступеневу ієрархічну систему класифікації патентної інформації. Інформація поділяється на розділи, підрозділи, класи, підкласи, групи, підгрупи.

На рис. 3.2 показані найбільш поширені джерела інформації, які можуть використовуватися для аналізу при наукових дослідженнях.

Джерела проранжовано за ступенем доцільності їх використання для наукових робіт. Слід зауважити, що інформація, знайдена за допомогою пошукових систем, не завжди є науково достовірною. Тому для наукового аналізу без підтвердження достовірності використовуватися не може. Винятком є знайдена за допомогою пошукових систем свідомо науково достовірною інформація: автореферати дисертацій, звіти по науково-дослідним роботам і т. д. Якщо ж інформація носить явно рекламний характер, то вона вимагає підтвердження. Такими доказами можуть бути експертні опитування, техніко-економічні розрахунки, експериментальні дослідження.

#### Бібліотеки

- Бібліотека ОДАБА (<http://liber.ogasa.org.ua/>)
- Одеська національна наукова бібліотека (<http://www.odnb.odessa.ua/>)
- Державна науково-технічна бібліотека України (<http://gntb.gov.ua/>)
- Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського (<http://www.nbuv.gov.ua/>)

#### Наукометричні бази даних

- Web of Science (<https://webofknowledge.com/>)
- Scopus (<https://www.scopus.com/>)
- Index Copernicus (<https://www.indexcopernicus.com/>)
- Google Scholar (<https://scholar.google.com.ua/>)
- РИНЦ - Російський індекс наукового цитування (<http://elibrary.ru/>)
- Спеціалізовані бази даних по будівництву

#### Патентні бази даних

- Український інститут промислової власності- УКРПатент (<http://www.uipv.org/>)
- Федеральний інститут промислової власності - Російська Федерація (<http://www1.fips.ru/>)
- Європейське патентне відомство (<http://ru.espacenet.com/>)
- Всесвітня організація інтелектуальної власності (<http://www.wipo.int/>)

#### Інтернет-репозиторії книг

- <http://www.twirpx.com/>
- <http://www.knigafund.ru/>
- <http://www.studfiles.ru/>

#### Пошукові системи

- Яндекс (<https://www.yandex.ua/>)
- Google (<https://www.google.ua/>)
- Mail.ru (<https://mail.ru/>)
- Bing (<https://www.bing.com/>)
- Rambler (<https://www.rambler.ru/>)

Рисунок 3.2 – Джерела інформації, які можуть використовуватися в ході аналізу по темі дослідження

Рис. 3.3 показує основні рівні аналізу наукових інформаційних джерел у вигляді діаграми. Відзначимо, що «поглиблення» на наступний рівень слід проводити тільки в тому випадку, якщо попередній рівень задовольняє цілям пошуку. Дотримання принципу діаграми, яка показана на рис. 3.3, допоможе в значній мірі скоротити час на аналіз, який витрачається, і відсіяти непотрібну інформацію.

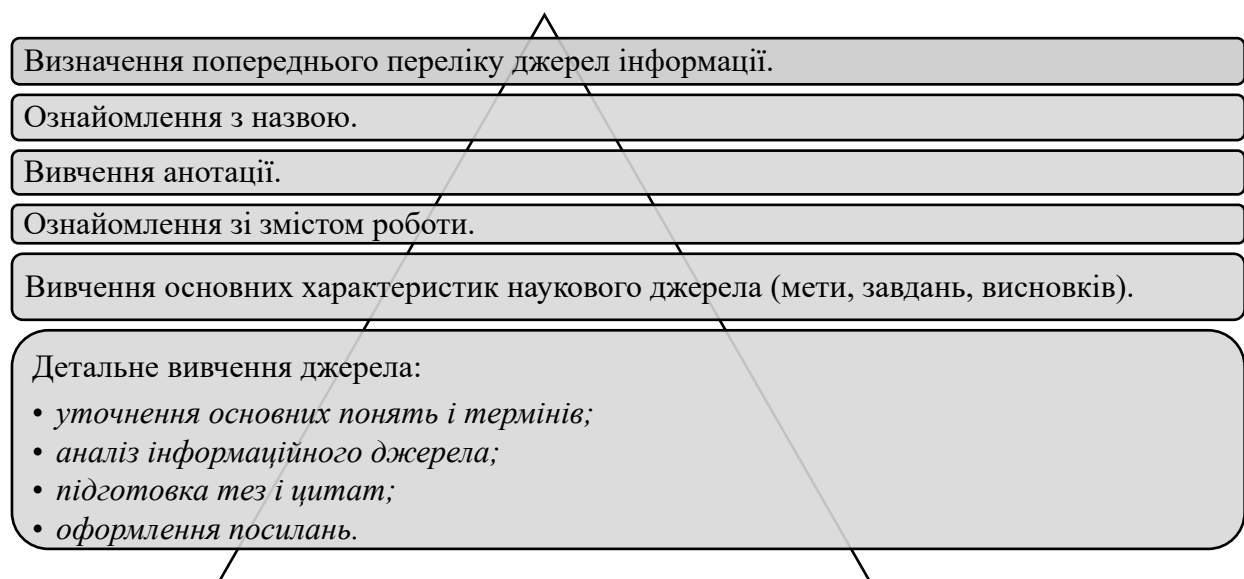


Рисунок 3.3 – Основні рівні аналізу інформаційних джерел

Нижче представлені основні методи аналізу інформаційних джерел і опис інформації, яка міститься в них. Відзначимо, що найбільш переважними для багатокритеріального аналізу є складання класифікації та аналіз «по трьом точкам».

1. Конспектування джерел по ефективним рішенням: може включати в себе цитати, тези, план; систематичність, логічність, зв'язність конспекту.
2. Аналіз ефективних рішень «по 3 точкам»: опис суті; розкриття переваг і недоліків; висновок про можливість застосування по темі дослідження.

3. Складання класифікації ефективних рішень (за способом завдання основного критерію оцінки: чисельні, нечисельні; за методологією: ієрархічна і фасетна класифікація).
4. Візуалізація ефективних рішень: діаграми, схеми, рисунки, фото, відео, анімація, 2D-, 3D-, 4D-модельовання.

Ієрархічна і фасетна класифікації відрізняються наступним: ієрархічна класифікація проводиться по одному основному ознакою, фасетна – по декільком відразу.

При оформленні цитат з інформаційних джерел необхідно керуватися нормативними вимогами [14]. Для полегшення оформлення цитат на джерела можна використовувати портал [1].

### **3.2 Варіант 1. Удосконалення та розробка нових будівельних рішень**

#### **Основні положення патентного пошуку.**

Основним методом пошуку нових і вдосконалення відомих технологій, засобів і способів ведення будівельних робіт є патентний пошук.

Патентний пошук – це процес відбору відповідних запиту документів або відомостей по одному або декільком ознаками з масиву патентних документів або даних, при цьому здійснюється процес пошуку з безлічі документів і текстів тільки тих, які відповідають темі або предмету запиту. Патент на винахід – це документ, що видається компетентним державним органом і засвідчує пріоритет винаходу, авторство і виключне право на винахід. Діє в межах території тієї держави, відомство якого його видало.

Патентний пошук може бути різних видів:

- патентний пошук за виданими в Україні патентів;
- патентний пошук за виданими в інших країнах патентів, наприклад, Росії, США, Японії;

- патентний пошук на світову новизну.

Саме з результатів патентного пошуку можна зробити висновок про новизну того чи іншого рішення, доцільність патентування винаходу або корисної моделі.

Патентний пошук здійснюється за допомогою інформаційно-пошукової системи і виконується вручну або з використанням відповідних комп'ютерних програм, а також із залученням відповідних експертів.

Предмет пошуку визначають виходячи з конкретних завдань патентних досліджень категорії об'єкта (пристрій, спосіб, речовина), а також з того які його елементи, параметри, властивості та інші характеристики передбачається дослідити.

Патентний пошук може проводитися:

- по патентній документації України;
- по патентній документації Росії;
- по патентній документації США;
- по патентній документації Європейського патентного відомства;
- по базі доступних наукових публікацій (США);
- по патентній документації системи РСТ (Patent Cooperation Treaty), яка використовується для захисту винаходів в декількох країнах.

Важливість патентного пошуку для отримання патенту на винахід полягає в тому, що в отриманні патенту просто буде відмовлено, якщо ваш об'єкт не буде відповідати критерію новизни. Технології як в Україні, так і в усьому світі розвиваються дуже стрімко. А тому ніхто не може гарантувати, що аналогічне технічне рішення не створено і не зареєстровано (опублікований або отриманий патент) іншим винахідником.

Важливість патентного пошуку для отримання патенту на корисну модель полягає в тому, що якщо попередній патентний пошук не був проведений, а патент вам виданий, то будь-яка інша особа може спростувати ваш патент, провівши експертизу по новизні. Мінімальним в цьому випадку і є проведення

патентного пошуку на локальну новизну. Важливість патентного пошуку для складання заявки полягає в тому, що згідно з Правилами складання та подання заявки, на винахід та заявки на корисну модель в описі необхідно зробити посилання на аналог і прототип. Вони, звичайно, можуть бути взяті і з іншої технічної літератури, але опису опублікованих заявок і отриманих патентів дозволяють спростити процеси складання нової заявки і її експертизи.

Глибина патентного пошуку – це часовий період, в якому він проводиться. Природно, що якщо дія патенту на винахід – 20 років, то і патентний пошук повинен мати глибину в 20 років. Вітчизняне патентне відомство може провести пошук на світову новизну за наявними фондами, в тому числі і на велику глибину. Якщо планувати патентування за кордоном, то такої глибини може виявитися недостатньо.

Патентний пошук є трудомістким, але необхідним заходом. Він необхідний не тільки особам або організаціям, які бажають запатентувати винахід, а й підприємствам, які бажають цей винахід використовувати.

Проведення патентного пошуку є складною і тривалою процедурою, але існують безкоштовні Інтернет-ресурси, які можуть допомогти в досить стислі терміни досягти найбільш ефективних результатів і отримати точну інформацію.

**Підведення підсумків патентного пошуку – складання заявки на патент.** При вивченні та проведенні патентного пошуку знаходяться слабкі місця в розглянутих технологічних процесах. Це можуть бути матеріали, конструктивні елементи, машини і механізми, або самі будівельні процеси, які раніше використовувалися. У дипломній роботі магістр складає заявку на патент, розглядаючи відомі технології, вказує недоліки, і на підставі цього пропонує свій варіант удосконаленої нової запропонованої моделі (пристрою) або технологічного процесу (способу).

**Інформація та документи, необхідні для подачі заявки на отримання патенту на винахід в Україні:**

1. Матеріали, що розкривають суть винаходу чи корисної моделі (опис, схеми, формули і креслення).
2. Дані про заявника (-ів):
  - П.І.Б., адреса (а) для приватної особи;
  - найменування і юридична адреса для підприємства.
3. Дані про винахідника (-ів):
  - П.І.Б., адреса (-а).
4. Дані про пріоритетну заявку: дата, номер і країна подачі або її завірена копія (при вимаганні пріоритету відповідно до Паризької Конвенції).
5. Довіреність, підписана заявником або скріплена печаткою (для юридичної особи) може бути надана протягом 2 місяців з дати подання заявки.

**Алгоритм для прийняття рішення про оформлення заявки на патент:**

1. Вибір об'єкта винаходу.
2. Виявлення ознак об'єкта.
3. Пошук аналогів (найбільш поширених аналогічних рішень) і вибір прототипу (найбільш близького до запропонованого рішення) – рекомендується оформляти за формою, представленої в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Порівняння аналогів з винаходом

Найменування вибору для прототипу	Назва рішення	Основні ознаки аналога	Ознаки винаходу	
			Спільні з аналогом	Відмінні
Патент №85184	Багатошарова огорожувальна стінова конструкція	Вибираємо з формули винаходу		
Патент № 115638	Багатошарова стіна	- // -	- //	- // -

4. Виявлення ознак прототипу.
5. Порівняльний аналіз ознак прототипу і запропонованого об'єкта.

6. Визначення технічного результату, що досягається за введенням відмінних ознак рішення, що заявляється.

7. Складання формули передбачуваного винаходу.

Етапи оформлення заявки на патент наступні:

*1. Проведення патентного дослідження (пошуку аналогів і прототипу).*

Необхідно провести попереднє патентне дослідження, яке складається з підтвердження 2-х вимог:

- винахід, який заявляється є дійсно новим;
- наявність посилань на прототип і аналог винаходу при складанні опису винаходу.

Аналог винаходу – найбільш відомий винахід або технічне рішення тієї ж задачі, схоже з ним за технічною суттю, тобто має ознаки ідентичні і/або еквівалентні частини істотних ознак винаходу.

Прототип – це найближчий аналог винаходу (корисної моделі), найбільш близький за сукупністю ознак до винаходу (корисної моделі).

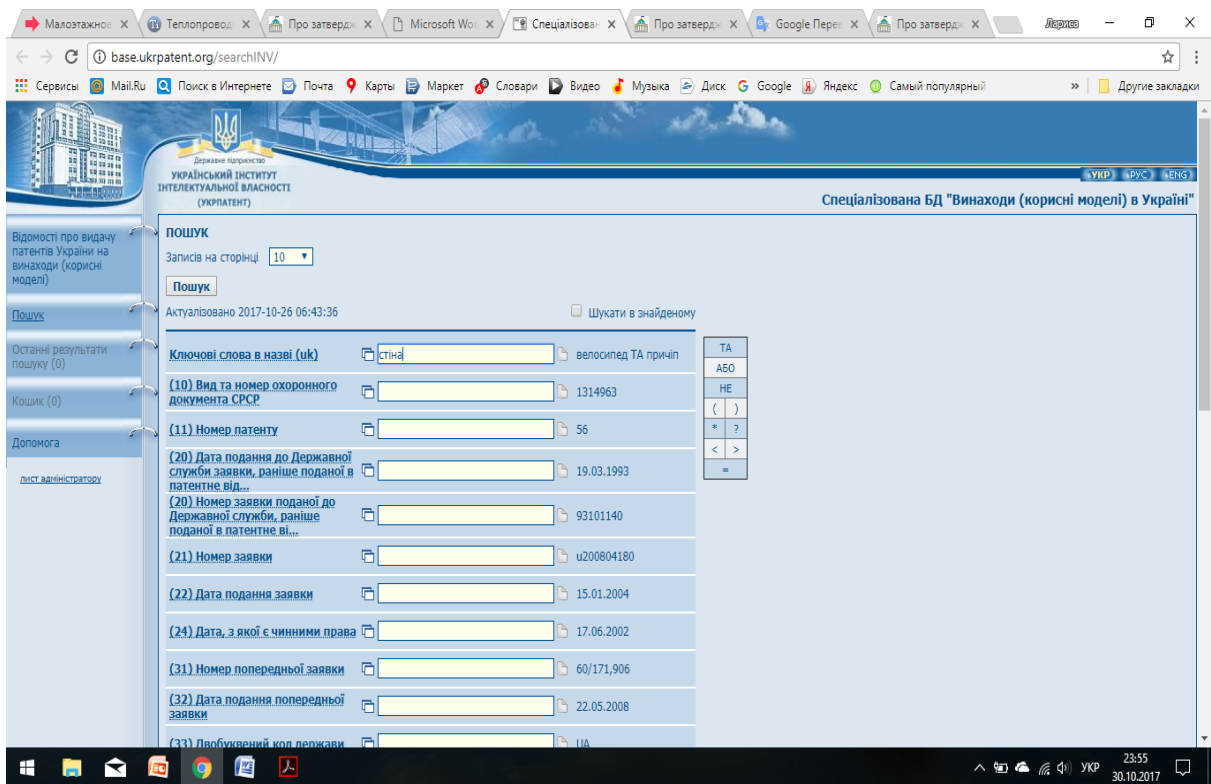
Пошукова система для вибору аналогів і прототипу винаходу (рис. 3.4) приведена на сайті «УКРПАТЕНТ» [66].

Процедура патентування починається з вивчення існуючих аналогів і вибору прототипу технічного рішення. На основі виявлених аналогів приймається рішення про доцільність патентування технічного рішення і формах його захисту (патент на винахід або патент на корисну модель).

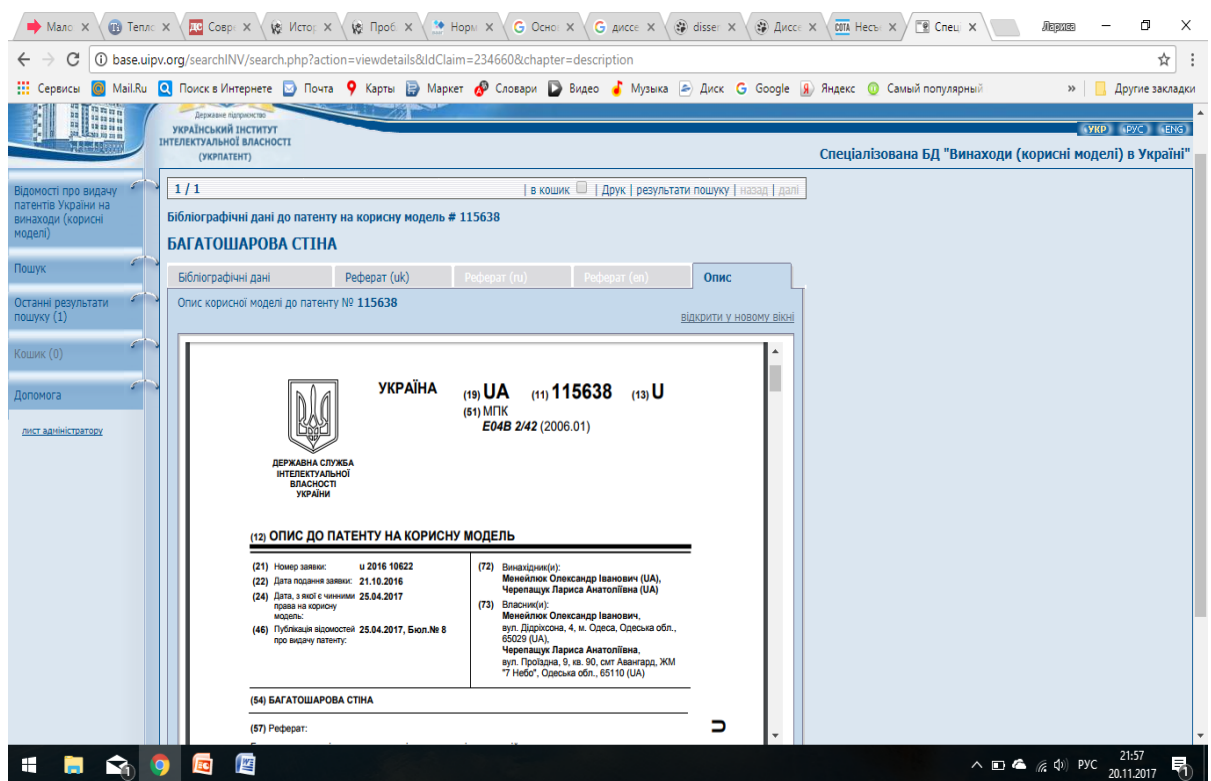
*2. Підготовка матеріалів (опис, формули, креслень, реферату).*

Заява про видачу патенту на винахід або корисну модель містить: опис винаходу; формулу винаходу; креслення (якщо на них є посилання в описі) і реферат.

Опис винаходу розкриває суть винаходу, щоб його міг здійснити фахівець у цій галузі. Порядок складання та структура опису чітко регламентуються правилами Патентного Відомства. Для полегшення і зручності опис спочатку складається в табличній формі.



а)



б)

Рисунок 3.4 – Вид пошукової системи на сайті «УКРПАТЕНТ»: а) – форма пошуку; б) – приклад патенту в базі даних

Суть винаходу являється рефератом і викладається у вільній формі із зазначенням всіх істотних ознак винаходу, які відображені в незалежних пунктах формули. Обсяг – до 1000 знаків або 1/4 сторінки.

Обсяг правової охорони визначається формулою винаходу, яка коротко і ясно відображає суть винаходу. Тому непрофесійно складена формула винаходу є безкоштовним розкриттям інформації про технічному рішенні.

При складанні пункту формули з поділом на обмежувальну і відмітну частини після викладу обмежувальної частини вводиться словосполучення "відрізняється тим, що", безпосередньо після якого викладається відмінна частина (рис. 3.5).

**ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ**

1. Багат шарова стіна складається із трьох шарів, середній з яких заповнюється утеплювачем, два зовнішні бокові виготовлені із шарів торкрет бетону, а додатковий верхній - із армованого бетону, при цьому другий шар знаходиться на поверхні вертикальної сітки, а шари утеплювача перекладені горизонтальною сіткою, додатково по периметру стіни знаходяться монолітні залізобетонні стійки-колони **відрізняється тим, що в конструкції використовується два види арматури.**
2. Багат шарова стіна за п.1, яка відрізняється тим, що монолітні залізобетонні стійки-колони армовані сталевую арматурою.
3. Багат шарова стіна за п.1, яка відрізняється тим, що зовнішній і внутрішній шари, які виконані з торкрет-бетону, армовані склопластиковою арматурною сіткою.
4. Багат шарова стіна за п.1, яка відрізняється тим, що стрижні, які проходять крізь утеплювач для з'єднання армуючої сітки зовнішнього та внутрішнього шару торкрет-бетону, виконані із склопластикової арматури.

Рисунок 3.5 – Приклад складання формули винаходу (великим овалом виділена обмежувальна частина формули, малим овалом – відмінна; пункт 1 є незалежним пунктом формули, пункти 2, 3, 4 – залежними від пункту 1)

Рисунки наводяться в тому випадку, коли неможливо проілюструвати винахід кресленнями або схемами. Фотографії наводяться як доповнення до графічних зображень. У виняткових випадках, наприклад, для ілюстрації етапів виконання будівельної операції, фотографії можуть бути представлені як основний вид пояснюючих матеріалів. Креслення, схеми та рисунки подаються на окремому аркуші, в правому верхньому кутку якого рекомендується приводити назву винаходу.

### *3. Оформлення та подача заявки.*

Оформлення і подача заявки здійснюється протягом 1-3 робочих днів після отримання замовлення, що містить всі необхідні матеріали. Після подачі заявки протягом 1-3 робочих днів Замовник отримує копії поданих матеріалів з відміткою відомства про отримання матеріалів заявки. Державне мито за подачу заявки сплачується протягом 2 місяців з дати подання. У разі несплати мита заявка вважається відкликаною. Після оплати мита за подачу заявки патентне відомство видає Повідомлення, яке підтверджує, що заявка прийнята до розгляду, із зазначенням дати подання заявки і її реєстраційного номера.

Заявку подають до Державного підприємства "Український інститут інтелектуальної власності" вул. Глазунова, 1, м.Київ-42, 01601.

У магістерській роботі заявка може бути «віртуальною» – без подачі, реєстрації і сплати мита.

### *4. Формальна експертиза заявки.*

Після отримання повідомлення заявка проходить формальну експертизу, яка триває від 2 до 6 місяців. В ході проведення формальної експертизи перевіряється наявність у заявці повного комплексу необхідних документів і правильність їх оформлення, а також можливість надання правового захисту заявленому об'єкту.

У разі відповідності матеріалів заявки вимогам патентного відомства заявнику надсилається повідомлення про позитивний результат формальної експертизи та можливість проведення експертизи по суті.

### *5. Експертиза заявки по суті.*

Експертиза по суті проводиться патентним відомством тільки після отримання відповідного клопотання. Клопотання про проведення експертизи по суті може бути подано протягом 3 років з дати подачі заявки і має супроводжуватися сплатою встановленого мита.

При проведенні експертизи по суті перевіряється формула і опис винаходу, а також всі надані документи, встановлюється відповідність заявленого винаходу умовам патентоздатності (новизна, винахідницький рівень, промислова придатність).

В ході проведення експертизи по суті патентне відомство направляє заявнику запити про надання додаткових матеріалів. Від своєчасності і повноти відповідей на запити Відомства залежить те, як скоро буде прийнято рішення про видачу патенту.

Експертиза по суті, як правило, завершується прийняттям рішення про видачу патенту.

### *6. Державна реєстрація та видача патенту.*

Якщо винахід відповідає умовам патентоздатності та Патентне відомство приймає рішення про видачу патенту, то мито за видачу та публікацію патенту сплачується протягом 3 місяців з дати отримання заявником цього рішення. На підставі рішення про видачу і документа про сплату встановленого мита здійснюється державна реєстрація патенту.

Після сплати необхідних мит протягом 2-3 місяців видається патент. Таким чином, процедура патентування винаходу в Україні може тривати від 2 до 6 років. Тривалість патентування відповідно до прискореної процедури становить від 6 до 12 місяців. Тривалість патентування корисної моделі становить до 6 місяців.

### *7. Підтримка чинності патенту (сплата щорічних зборів).*

Правовий захист винаходу набувається після отримання патенту на винахід. Однак такий захист не є безстроковим. Термін дії патенту на винахід –

20 років, і він дійсний тільки при сплаті щорічних зборів за підтримання чинності патенту. Термін дії патенту на корисну модель – 10 років.

Приклад виконання наукової частини по розробці нових будівельних рішень наведено в додатку Г.

### **3.3 Варіант 2. Вибір ефективних організаційно-технологічних рішень за допомогою багатокритеріального аналізу**

Багатокритеріальним аналізом називається спосіб вибору ефективного рішення по одному або декільком критеріям шляхом: аналізу інформаційних джерел; оцінки альтернатив за різними показниками; їх кількісного та якісного порівняння за допомогою інструменту MS Excel «зведені таблиці».

*1 крок – аналіз особливостей будівельного об'єкта і його показників.* Для цього необхідно визначити індивідуальний характер будівлі або споруди, а також особливості в зв'язку з прив'язкою до місця розташування об'єкта та умов (наприклад, ґрунтових, сейсмічних і т.п.). У зв'язку з цим, вкрай необхідно дати конкретну характеристику розглянутої споруди або будівлі. Для характеристики об'єкта будівництва можна використовувати опис умов проектування і виконання робіт по зведенню, а також основні техніко-економічні показники.

Практично на кожен вид робіт, що виконується при будівництві того чи іншого об'єкта, мають вплив зовнішні умови відведеної ділянки. Такими умовами, як правило, є: сейсмічні, кліматичні, інженерно-геологічні, містобудівні та ін. Визначення таких особливостей (умов) може вплинути на розрахунок навантажень основних конструктивних елементів, способи влаштування оздоблювальних робіт всередині або огорожувальних конструкцій, об'ємно-планувальні рішення, умови експлуатації будівлі або споруди і багато іншого.

Основними технічними показниками є:

1. Найменування будинку, місце його розташування.
2. Характер будівництва (нове будівництво, реконструкція).

3. Поверховість.
4. Площа: загальна, корисна, забудови, ділянки, квартир в будинку, вбудованих нежитлових приміщень.
5. Загальна кількість квартир в будинку, в т. ч.: – однокімнатних; – двокімнатних та більше.
6. Загальний будівельний об'єм, в т. ч.: – вище рівня +0.00; – нижче рівня +0.00.
7. Кількість створених робочих місць, в т. ч. новостворених. Загальна кількість працюючих.
8. Потужність об'єкта (річний випуск основної номенклатури продукції, місткість, пропускна здатність, обсяг послуг, що надаються та ін.): – в натуральних показниках (у відповідних одиницях).
9. Питома теплова потужність опалення та питома річне теплоспоживання.
10. Показники енергоефективності – річна потреба в паливі, воді, електричній та тепловій енергії.

*2 крок – розробка основ багатокритеріального аналізу* – пошук актуальних відомостей про ефективні рішення та можливості їх впровадження на даному об'єкті будівництва. Для цієї мети проводиться аналіз інформаційних джерел.

*3 крок – вибір показників ефективності*, за допомогою яких найбільш зручно здійснювати багатокритеріальний аналіз.

Як видно з рисунка 3.6, найбільш поширеними видами ефективності є: технічна, соціальна, економічна, екологічна. Всі вони пов'язані між собою. Кожен вид ефективності містить набір аспектів, за якими можливий вибір критеріїв оцінки ефективності рішень. Критерії оцінки можуть бути як якісними, так і кількісними. Якісним критерієм називається такий критерій, який дозволяє групувати, сортувати і фільтрувати рішення, але не може мати кількісну оцінку (наприклад, діапазон вартостей: до 10 тис. грн., 10-50 тис. грн., більше 50 тис. грн.).

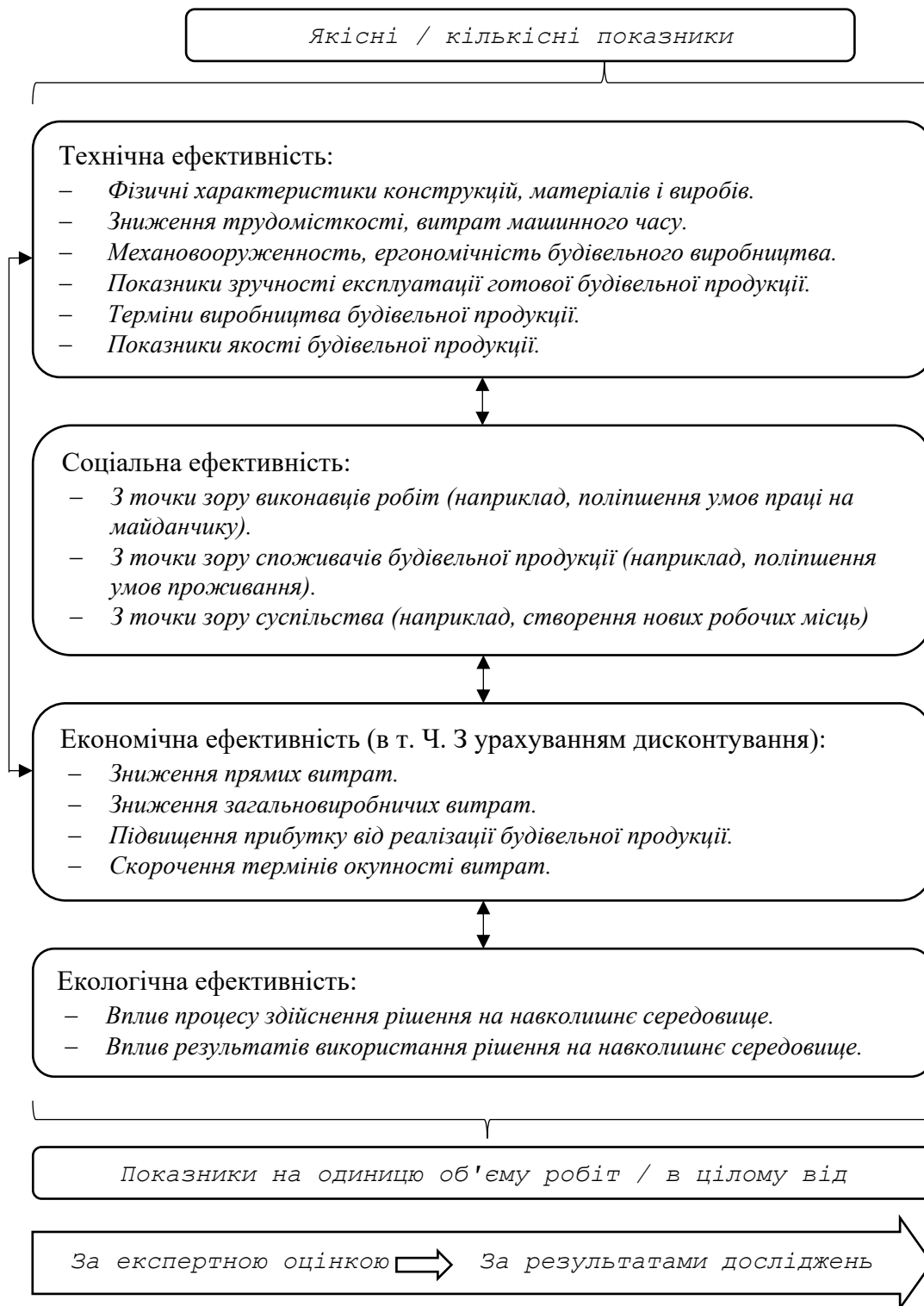


Рисунок 3.6 – Принциповий підхід до вибору показників ефективності ефективних рішень при використанні багатокритеріального аналізу

Кількісний критерій, навпаки, має конкретне чисельне вираження (наприклад, критерій «вартість» – може бути тільки точною).

Критерії оцінки (показники ефективності) можуть розраховуватися в залежності від фізичного обсягу робіт (наприклад, собівартість одиниці будівельної продукції) і в цілому від впровадження (загальний економічний ефект – фактичний або розрахунковий).

Вибір критеріїв аналізу та привласнення оцінок доцільніше здійснювати на підставі результатів досліджень, а не на підставі експертних оцінок. Проте, для деяких видів будівельних рішень здійснити оцінку, крім як експертну, може бути важко.

Угрупування і сортування будівельних рішень, як правило, виконуються за допомогою критеріїв якісної оцінки, але також можуть бути виконані з використанням кількісних показників. Угрупування будівельних рішень полягає у формуванні їх сукупностей по одному або декільком ознаками. Сортування полягає у встановленні ступеня ефективних рішень по якомусь критерію. Сортування за кількісним критерієм прийнято називати ранжуванням. Фільтрація полягає у відкиданні рішень, якщо вони не задовольняють тим або іншим критеріям (наприклад, за умовами сейсмостійкості або умов будівництва на просадочних ґрунтах).

*4 крок – «вирівнювання» рішень по нормуючим показником.* Перш ніж приступати до оцінки критеріїв необхідно «вирівняти» будівельні рішення по одному з вибраних критеріїв. При цьому вибирають критерій «вирівнювання» такий, щоб після цього вирівнювання інші критерії були адекватними.

Приклад 1. Для порівняння різних конструктивно-технологічних рішень зовнішніх огорожувальних конструкцій таким критерієм може бути опір теплопередачі  $R$ . Він задається на нормальному рівні. Для Одеси –  $R = 2,8 \text{ м}^2\text{С/Вт}$ . Тоді товщина стін визначається для кожного рішення така, щоб вона задовольняла вимогам по теплоізоляції, тобто  $R \geq 2,8 \text{ м}^2\text{С/Вт}$ .

Приклад 2. При порівнянні різних рішень влаштування перекриттів великих прольотів критерієм вирівнювання може бути характеристики несучої здатності. Для цього визначаються розрахунком: перетин арматури з умов

міцності, товщина плити з умов жорсткості. У всіх рішеннях ці показники повинні бути однаковими. Можна порівнювати різні системи пустотоутворювачів, але характеристики несучої здатності повинні бути однаковими.

При присвоєнні оцінок за обраними критеріями необхідно керуватися достовірними інформаційними джерелами їх формування. Такі джерела повинні бути підтверджені лабораторними або натурними експериментами. В окремих випадках доцільно користуватися чисельними оцінками, присвоєними на підставі вітчизняних нормативних документів.

Основні критерії, зазвичай визначаються розрахунком. Це може бути трудомісткість, вартість або ін. Такі розрахунки робляться за відповідними стандартними методиками.

За деякими критеріями виникають складнощі з їх кількісною оцінкою. Наприклад, коли їх немає в нормативних документах, інших інформаційних джерелах і їх важко або неможливо порахувати. Це, наприклад, такі критерії, як:

- зручність виконання робіт;
- екологічність;
- експлуатаційні якості;
- ін.

У таких випадках переходять до кроку 5.

*5 крок – експертна оцінка ефективності рішень. Увага!* Цей крок виконується тільки в тому випадку, якщо по-іншому оцінити не можна.

Загальний алгоритм проведення експертного опитування представлений на рис. 3.7.

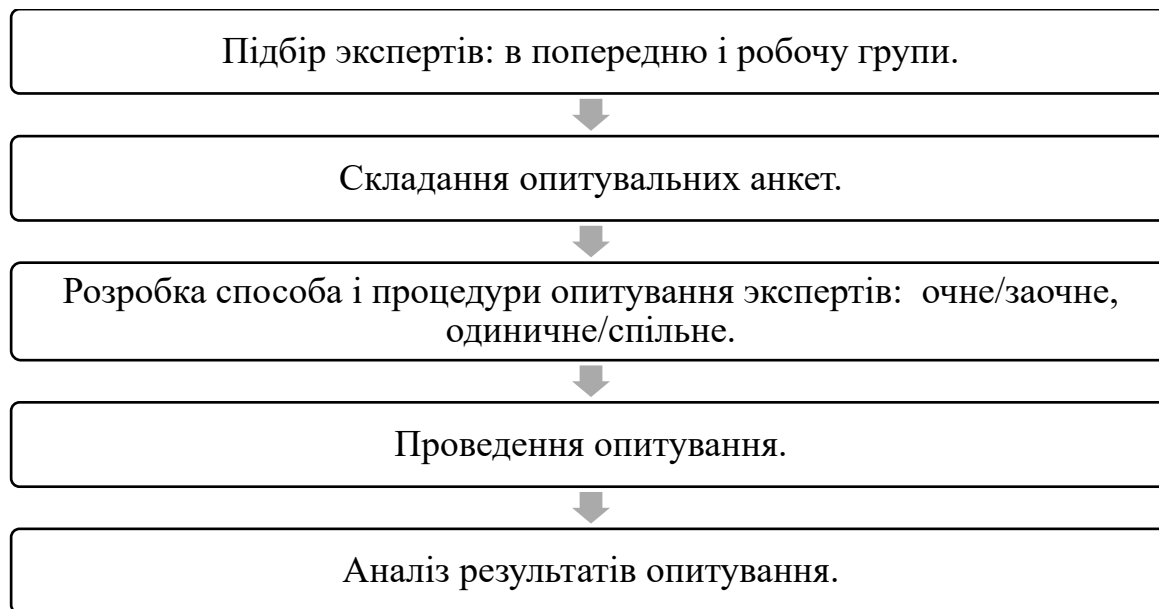


Рисунок 3.7 – Загальний алгоритм проведення експертного опитування

В якості експерта можна залучити досвідченого фахівця за ознакою компетентності в обраній сфері. Попередня група експертів відрізняється від робочої тим, що в ній можуть знаходитися експерти, або які не беруть участь в опитуванні, або оцінки яких не враховуються в остаточному аналізі. Опитувальна анкета – це список ефективних рішень і критеріїв їх оцінки з можливістю вказівки імені експерта.

Існує велика кількість методів відбору експертів: метод призначення, «снігової кулі», квотного вирівнювання, соціометричний метод і т. д. Найчастіше при багатокритеріальному аналізі використовуються перші два. При використанні методу призначень експерти вибираються примусово і їх склад практично не змінюється. При використанні методу «снігової кулі» експерти можуть самі рекомендувати своїх колег для участі в опитуванні.

Експертне опитування і інформація, отримана в ході нього, можуть характеризуватися різними типами знань:

1. Принципово нові знання в обраній галузі, які генерують експерти в ході опитування.

2. Оціночні знання – упорядкована інформація, яка складається експертом на основі своїх знань.

При оцінці ефективності ефективних рішень може виявитися, що експерт володіє надзвичайно високим знаннями в досліджуваній області та може запропонувати новий підхід до оцінки: нові критерії або одиниці їх вимірювання, раніше не розглянуті ефективні рішення. У такому випадку важливо забезпечити єдність опитувальних анкет для кожного експерта і відкоригувати анкети.

Спосіб і процедура експертного опитування можуть відрізнитися:

- проводиться очно (тобто з безпосереднім інтерв'юванням всіх експертів) або заочно (при дистанційному опитуванні);
- виконуватися одинично (кожен експерт опитується окремо) або спільно (всі експерти опитуються разом).

Як правило, аналіз отриманих даних виконується в три етапи:

1. Етап контролю несуперечності індивідуальних думок експертів. Внутрішня суперечливість може свідчити про низький рівень компетентності, або несерйозному відношенні експерта до дослідження. У будь-якому випадку необхідно заново звернутися до експерта або замінити його.
2. Етап визначення узгодженості думок експертів.
3. Етап агрегування думок експертів – побудова єдиної, сукупної думки експертів.

*6 крок – обробка результатів багатокритеріального аналізу в програмному комплексі Excel.* Для обробки оцінок багатокритеріального аналізу можна застосовувати спеціальний інструмент – так звану «зведену діаграму», реалізовану в програмі MS Excel. Такі діаграми формуються разом зі звітом «зведена таблиця». За допомогою звіту у вигляді «зведеної таблиці» можна підсумувати, аналізувати, вивчати і узагальнювати дані листа або джерела зовнішніх даних.

Нижче представлений алгоритм побудови аналітичної таблиці і діаграми за допомогою інструменту MS Excel – «зведена діаграма». Алгоритм проілюстрований на рис. 3.8-3.13.

1. Заповнення форми аналітичної таблиці, що складається з найменувань ефективних рішень і критеріїв, якісними і кількісними оцінками (рис. 3.8).
2. Приведення аналітичної таблиці в формат, придатний для побудови звіту «зведеної діаграми» (рис. 3.9). Слід виконати: створити новий лист (натиснути на «+» біля вкладок з листами в нижній частині програми), скопіювати таблицю на аркуші 1, таблицю вставити з Транспонуванням на лист 2 (клацнути правою клавшею миші → вибрати параметри вставки «Транспонувати»; або вибрати «Спеціальна вставка» → вказати «Транспонувати» → «ОК»).
3. Приведення оцінок з натурних вимірників в єдину бальну шкалу (рис. 3.10). Для цього необхідно скористатися формулою, показаної в командному рядку програми MS Excel (у верхній частині рисунка).

*Важливо! Якщо зміст оцінки деякого критерію відрізняється від інших, то наведену формулу слід змінити (рис. 3.11). На рисунку такими критеріями є «Довговічність» і «Морозостійкість»: чим значення їх оцінок вище, тим «краще», тоді як для інших критеріїв навпаки – чим значення їх оцінок вище, тим «гірше». Такий підхід необхідний для однозначності сприйняття оцінок при їх спільному поданні на стовбчатій діаграмі.*

Детальніше про побудову формул в програмі MS Excel можна дізнатися в офіційній довідці MS Office.

4. Побудова звіту «зведеної діаграми» (рис. 3.12). Для цього необхідно:
  - виділити всі комірки підготовленої аналітичної таблиці;
  - вибрати вкладку «Вставка» → «Зведена діаграма» → помістити звіт зведеної діаграми «На новий лист» → «ОК».

Багатокритеріальний аналіз - Excel

Вход Общій доступ

Вход АBBYY FineReader 12

Что вы хотите сделать?

Вставка Разметка страницы Формулы Данные Рецензирование Вид

Вставить Удалить Формат Ячейки

Сортировка и фильтр выделите Редактирование

Условное форматирование как таблицу ячеек

Стили

Общий

Число

Выравнивание

Шрифт

Наименования технологий

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Наименования технологий	Обклеювальна гідроізоляція	Обмазувальна гідроізоляція	Проникаюча гідроізоляція	Штукатурна гідроізоляція	Змонтована гідроізоляція	Напилювана гідроізоляція					
2	Показник необхідної кваліфікації персоналу (в балах по зростанню)	5	4	10	5	7	8					
3	Довговічність (років)	10	10	200	150	20	50					
4	Водопоглинання на протязі 24 годин,%	10	0	0,6	8	1	0,51					
5	Вартість матеріалу за м <sup>2</sup> , грн	120	150	350	250	150	500					
6	Показник тривалості виконання повного комплексу робіт (в балах по зростанню)	10	4,2	1	2,6	3,6	1,3					
7	Морозостійкість, кількість циклів	20	20	400	300	100	200					
8	Трудомісткість на 100 м <sup>2</sup> поверхні, люд-год	143,28	45,93	1	23,56	37,14	4,59					
9												
10												
11												
12												
13												

Готово Лист1 100%

Рисунок 3.8 – Приклад таблиці для багатокритеріального аналізу, заповненої оцінками для видів гідроізоляції

Багатоκριтеріальний аналіз - Excel

Вход

Общий доступ

Вид

ABBYY FineReader 12

Что вы хотите сделать?

Вставить

Сортировка и фильтр

Найти и выделить

Редактирование

Условное форматирование

Стили

Ячейки

Число

Выравнивание

Наименования технологий

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Наименования технологий	Показник необходимой квалификации персонала (в балах по зростанню)	Довговічність (років)	Водопоглинання на протязі 24 годин,%	Вартість матеріалу за м <sup>2</sup> , грн	Показник тривалості виконання повного комплексу робіт (в балах по зростанню)	Морозостійкість, кількість циклів	Трудоємність на 100 м <sup>2</sup> поверхні, люд-год		
1										
2		Обклеювальна гідроізоляція	10	10	120	10	20	143,28		
3		Обмазувальна гідроізоляція	10	0	150	4,2	20	45,93		
4		Проникаюча гідроізоляція	200	0,6	350	1	400	1		
5		Штукатурна гідроізоляція	150	8	250	2,6	300	23,56		
6		Змонтована гідроізоляція	20	1	150	3,6	100	37,14		
7		Напилювана гідроізоляція	50	0,51	500	1,3	200	4,59		
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										

Готово

Лист1 Лист2

100%

Рисунок 3.9 – Приклад таблиці для багатоκριтеріального аналізу, придатної для побудови звіту «зведеної діаграми»

Багатокритеріальний аналіз - Excel

Файл Главная Вставка Разметка страницы Формулы Данные Рецензирование Вид ABBYY FineReader 12 Что вы хотите сделать?

Буфер обмена Шрифт Calibri 11 Ж К Ч У Вставить Вставить Удалить и фильтр выделите Редактирование

Условное форматирование как таблицу ячеек Стиль Ячейки

С2 =ЛИСТ2!С2:МИН(ЛИСТ2!\$C2:\$C57)/((МАКС(ЛИСТ2!\$C2:\$C57)-МИН(ЛИСТ2!\$C2:\$C57))/(10-1))+1

А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н	К
Найменування технології	Показник необхідної кваліфікації персоналу (в балах по зменшенню)	Довговічність (у балах по зростанню)	Водопоглинання на протязі 24 годин (в балах по зменшенню)	Вартість матеріалу за м <sup>2</sup> (в балах по зменшенню)	Показник тривалості виконання повного комплексу робіт (в балах по зменшенню)	Морозостійкість (у балах по зростанню)	Трудоємність на 100 м <sup>2</sup> поверхні (в балах по зменшенню)	
2	Обклеювальна гідроізоляція	1,00	1,00	10,00	1,00	1,00	1,00	
3	Обмазувальна гідроізоляція	1,00	10,00	9,29	6,80	1,00	7,16	
4	Проникаюча гідроізоляція	10,00	9,46	4,55	10,00	10,00	10,00	
5	Штукатурна гідроізоляція	7,63	2,80	6,92	8,40	7,63	8,57	
6	Змонтована гідроізоляція	1,47	9,10	9,29	7,40	2,89	7,71	
7	Напилювана гідроізоляція	2,89	9,54	1,00	9,70	5,26	9,77	
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								

Готово Лист1 Лист2 Лист3

Рисунок 3.10 – Приклад таблиці для багатокритеріального аналізу з оцінками, переведеними в єдину бальну шкалу (виділена формула для «прямих» оцінок)

Багатоцригеріальний аналіз - Excel

Вход

Общий доступ

Вставка

Разметка страницы

Формулы

Данные

Рецензирование

Вид

ABVYU FireReader 12

Что вы хотите сделать?

Вставить

Удалить

Сортировка и фильтр

Найти и выделить

Буфер обмена

Шрифт

Выравнивание

Стили

Ячейки

Редактирование

В2

=10-(Лист2!В2-МИН(Лист2!\$B\$2:\$B\$7))/((МАКС(Лист2!\$B\$2:\$B\$7))-МИН(Лист2!\$B\$2:\$B\$7))/(10-1)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Найменування технології	Показник необхідної кваліфікації персоналу (в балах по зменшенню)	Довговічність (у балах по зростанню)	Водопоглинання на протязі 24 годин (в балах по зменшенню)	Вартість матеріалу за м <sup>2</sup> (в балах по зменшенню)	Показник тривалості виконання повного комплексу робіт (в балах по зменшенню)	Морозостійкість (у балах по зростанню)	Трудомісткість на 100 м <sup>2</sup> поверхні (в балах по зменшенню)			
2	Обклеювальна гідроізоляція	8,50	1,00	1,00	10,00	1,00	1,00	1,00			
3	Обмазувальна гідроізоляція	10,00	1,00	10,00	9,29	6,80	1,00	7,16			
4	Проникаюча гідроізоляція	1,00	10,00	9,46	4,55	10,00	10,00	10,00			
5	Штукатурна гідроізоляція	8,50	7,63	2,80	6,92	8,40	7,63	8,57			
6	Змонтована гідроізоляція	5,50	1,47	9,10	9,29	7,40	2,89	7,71			
7	Напилювана гідроізоляція	4,00	2,89	9,54	1,00	9,70	5,26	9,77			
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											

Готово

Лист1 | Лист2 | Лист3

100%

Рисунок 3.11 – Приклад таблиці для багатоцригеріального аналізу з оцінками, переведеними в єдину бальну шкалу (виділена формула для «зворотних» оцінок)

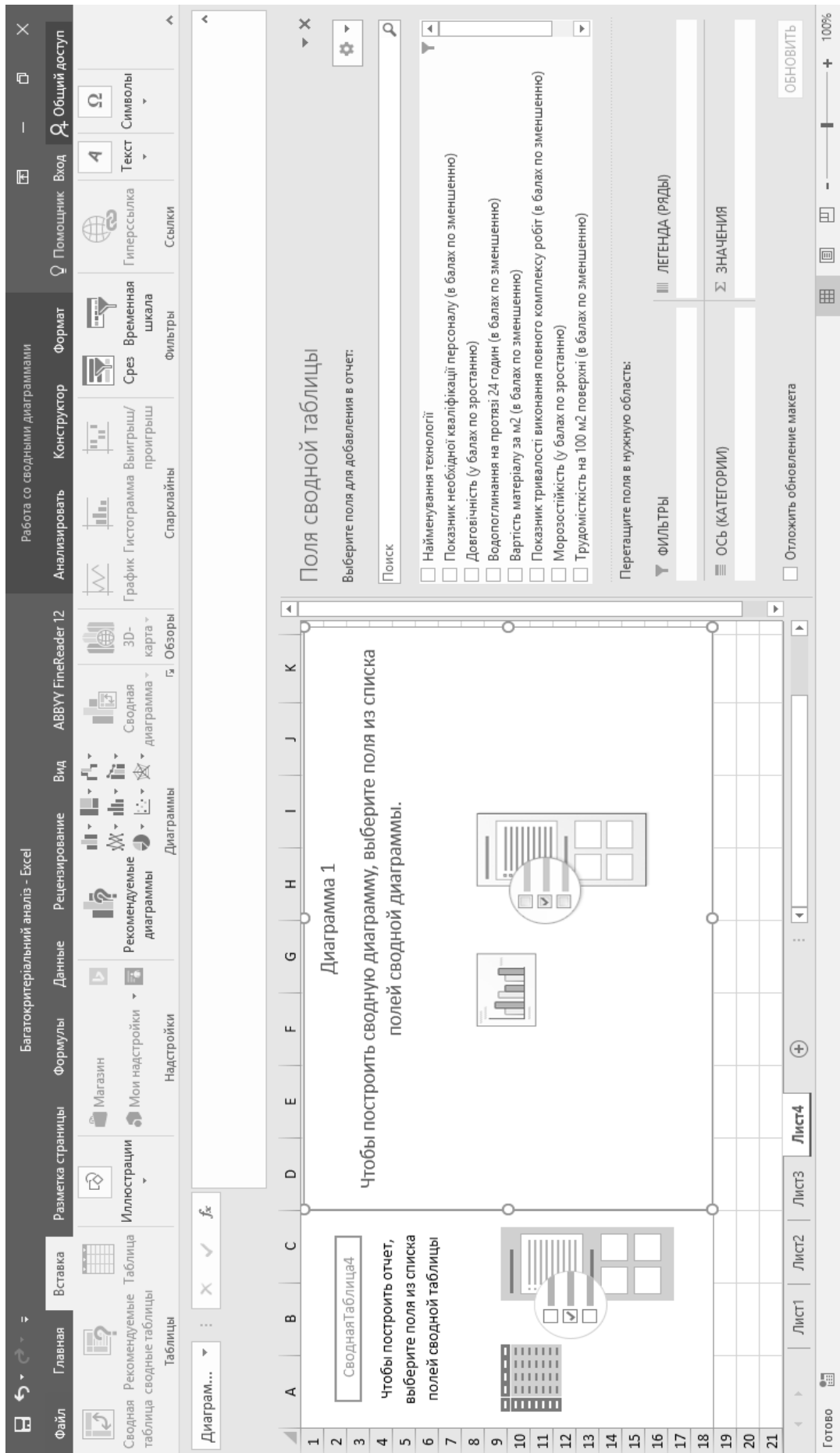


Рисунок 3.12 – Приклад неактивного звіту «зведеної таблиці», побудованого на підставі аналітичної таблиці

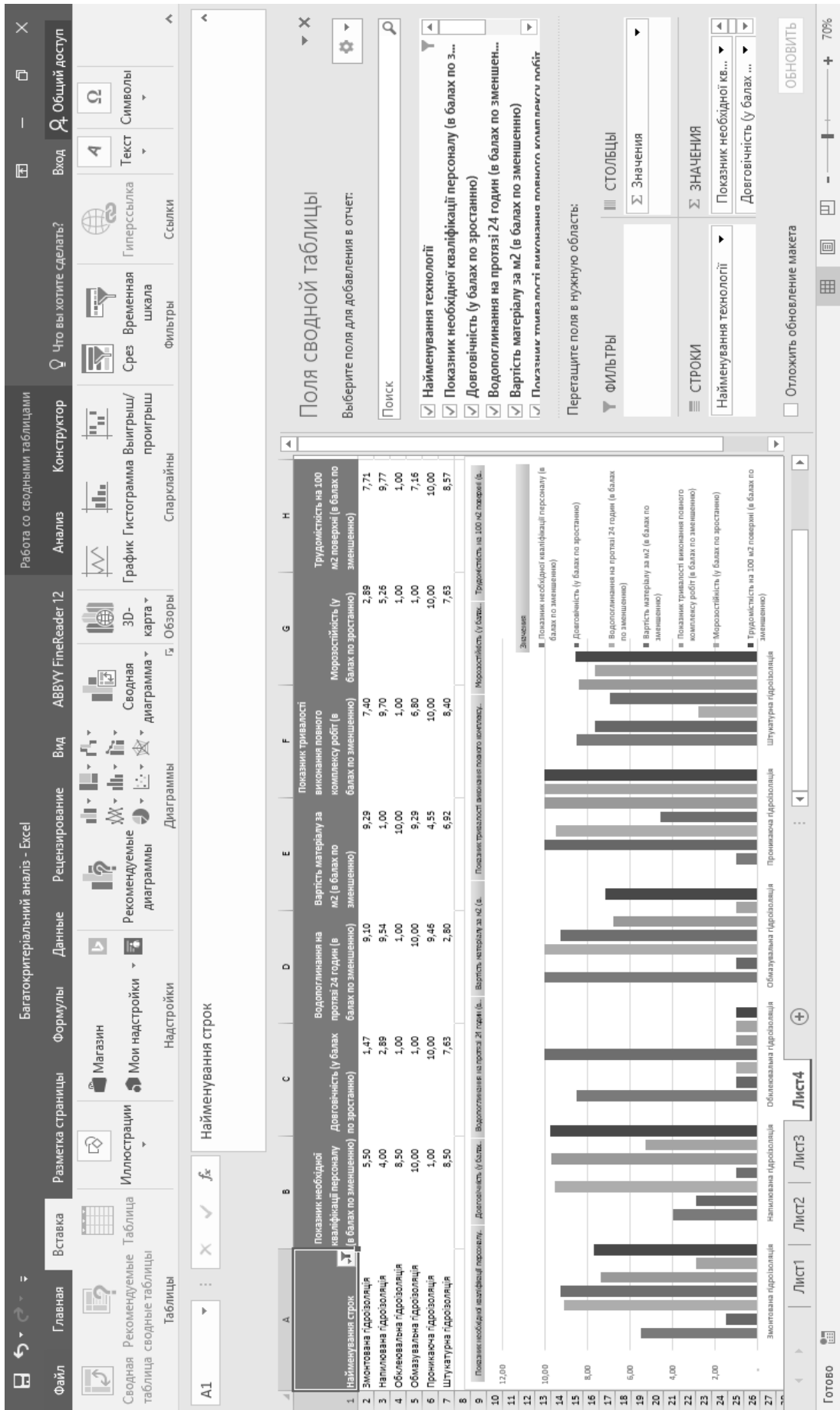


Рисунок 3.13 – Приклад налаштованого звіту «зведеної діаграми» багатокритеріального аналізу на прикладі методів гідроізоляції

Детальніше про використання інструменту «зведена діаграма» програми MS Excel можна дізнатися в офіційній довідці MS Office.

5. Налаштування звіту «зведена діаграма» (рис 3.13). Основні елементи звіту представлені нижче:

- Зведена діаграма – поле, на якому будується звіт у вигляді стовпчастої діаграми на підставі аналітичної таблиці (бази вихідних даних) відповідно до прийнятої користувачем структури.
- Поля зведеної діаграми – інтерактивний інструмент, що дозволяє привласнювати елементам аналітичної таблиці спеціальні атрибути (області «Фільтр», «Легенда (Ряди)», «Вісь (Категорії)», «Значення»), тим самим створюючи структуру зведеної діаграми/таблиці. Зведена таблиця – поле, на якому будується табличний звіт згідно з прийнятою користувачем структурою.
- Область «Фільтри» – атрибут, при розміщенні поля в який можливо фільтрувати в «зведеній діаграмі/таблиці» дані аналітичної таблиці.
- Область «Легенда (Ряди)» – атрибут, при розміщенні поля в який текстові поля формують стовпці даних «зведеної таблиці». В рамках багатокритеріального аналізу не використовується.
- Область «Вісь (Категорії)» – атрибут, при розміщенні поля в який текстові поля формують рядки даних. В рамках багатокритеріального аналізу використовується для розміщення і роботи з найменуваннями ефективних рішень і якісними критеріями.
- Область «Значення» – атрибут, при розміщенні поля в який числові поля формують блок даних для аналізу. В рамках багатокритеріального аналізу використовується для розміщення і роботи з кількісними критеріями.

Основні підказки по налаштуванню звіту представлені нижче:

- Для того, щоб приховати список полів «зведеної діаграми», необхідно натиснути на «×» у верхньому правому кутку даного елемента. Для

повернення списку полів слід при виділенні «зведеної діаграми / таблиці»: вибрати вкладку «Аналіз» → «Показати» → «Список полів».

- Щоб прибрати підсумки стовпців і рядків «зведеної діаграми / таблиці» слід: на «зведеній таблиці» натиснути правою кнопкою миші → «Параметри зведеної таблиці» → вибрати вкладку «Підсумки і фільтри» → прибрати галочки «Показувати загальні підсумки для рядків / стовпців».
- Для налаштування найменування полів в області «Значення» необхідно: клацнути лівою клавішею миші на будь-яке поле → вибрати «Параметри полів значень» → вибрати операцію «Сума» → прибрати «Сума по полю» з призначеного для користувача імені, залишивши пробіл перед необхідним найменуванням; клацнути лівою клавішею миші на будь-яке поле → вибрати «Параметри полів значень» → вибрати «Числовий формат» → вибрати формат «Числовий» → налаштувати число десяткових знаків і роздільник груп розрядів.
- Щоб сортувати поля, поміщені в області «Вісь (Категорія)», необхідно: помістити необхідні поля в область «Рядки» → розташувати поля в порядку сортування → клацнути лівою клавішею миші на поле верхнього порядку → вибрати «Параметри поля» → на вкладці «Проміжні підсумки і фільтри» вибрати «ні» → на вкладці «Розмітка і друк» вибрати макет «У вигляді структури».
- Налаштування форматування «зведеної діаграми/таблиці» виконується стандартними засобами MS Excel.
- При додаванні/зміни даних в аналітичній таблиці необхідно оновити звіт «зведеної діаграми/таблиці» (натиснути правою клавішею миші на діаграму/таблицю → вибрати "Оновити дані").

*7 крок – вибір ефективних рішень за допомогою багатокритеріальної оцінки шляхом аналізу серії діаграм.*

Вибір ефективних рішень може здійснюватися таким шляхом:

- На підставі угруповання/сортування або фільтрації за якісними і кількісними критеріями послідовно відсіваються обрані раніше інновації і традиційні рішення.
- На підставі аналізу діаграми, що містить всі оцінки по кожному з критеріїв, визначаються найбільш значимі з них. Згодом по меншому числу критеріїв проводиться остаточний вибір найбільш ефективного рішення.
- Шляхом комбінації наведених вище методів (найбільш переважно).

У разі, якщо однозначно вибрати ефективне рішення на підставі скороченого числа критеріїв неможливо, необхідно ввести вагові коефіцієнти критеріїв. Коефіцієнти повинні відповідати значущості критеріїв для розглянутої будівлі або споруди. При множенні вагових коефіцієнтів на оцінки критеріїв і їх підсумовуванні можна отримати інтегральну оцінку по того чи іншого рішення. В результаті рівняння інтегральних оцінок робиться остаточний вибір того чи іншого рішення. У магістерській роботі необхідно показати всю послідовність дій, а не тільки інтегральну оцінку ефективності.

Приклад виконання наукової частини з використанням методики багатокритеріального аналізу наведено в додатку Д.

### **3.4 Варіант 3. Вибір ефективного рішення будівництва об'єкта за допомогою чисельного експерименту**

Експериментально-статистичне моделювання (ЕСМ) може бути використано в розділі наукової частини випускної роботи професійного магістра для вибору ефективних моделей будівництва або реконструкції. Причому, не тільки організаційних параметрів, а й організаційно-технологічних, організаційно-економічних та інших сполучень.

Запропонована методика оптимізації організаційно-технологічних рішень реалізується за допомогою алгоритму, показаного на рисунку 3.14. 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. 3.14 етапи.

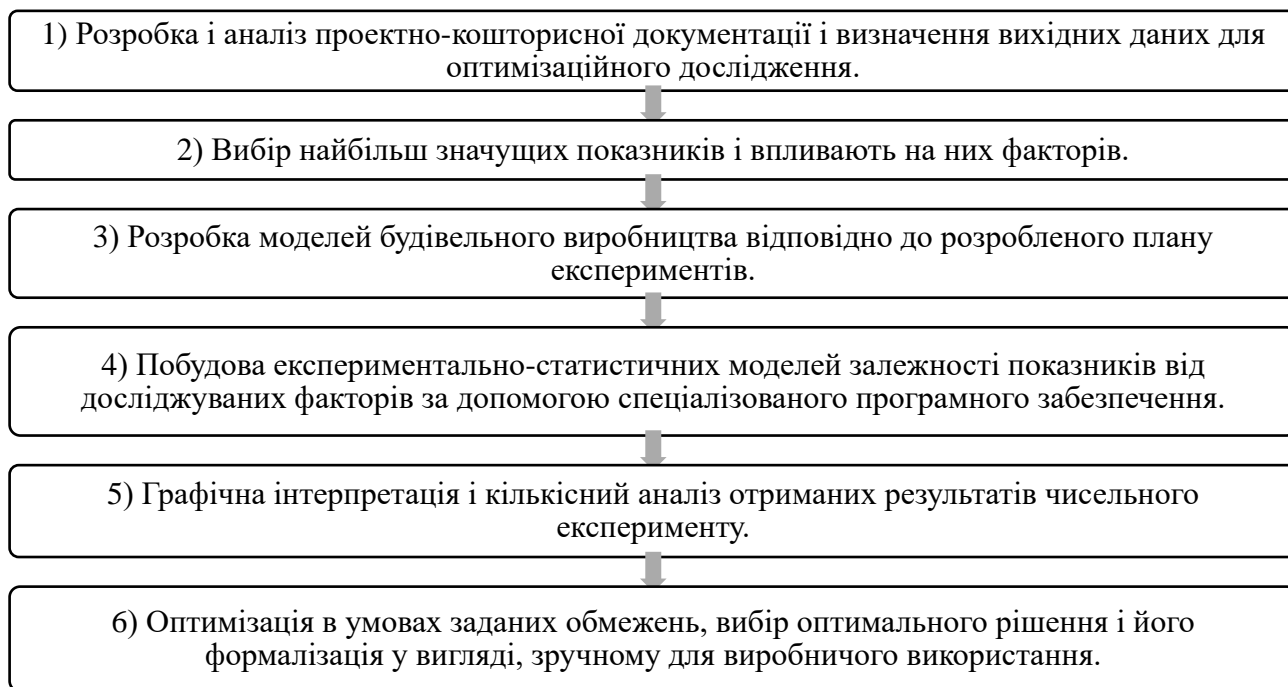


Рисунок 3.14 – Блок-схема методики вибору будівельних рішень за допомогою чисельного експерименту

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).
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.

Наведені вище дані більш детально розглянуті в [21]. Приклад виконання наукової частини з використанням чисельного експерименту показаний в додатку Е.

### **3.5 Варіант 4. Експериментальні дослідження в лабораторних або натурних умовах**

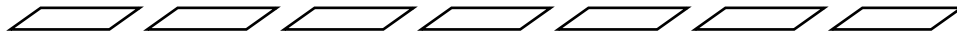
Експериментальні дослідження, крім чисельних, розглянутих у підрозділі 3.5, також можуть виконуватися і з реальними моделями будівельних рішень. Такі моделі можуть виконуватися у лабораторних або натурних (на місцевості) умовах. Приклади експериментальних досліджень на спеціальних установках в лабораторії – дослідження нової технології створення протифільтраційних екранів в ґрунті, оптимізація технології утеплення фасадів та ін. Прикладом натурних досліджень можуть бути дослідження конструктивно-технологічних рішень берегоукріплювальних міні-споруд, дослідження різних конструктивно-технологічних систем зовнішньої теплоізоляції за допомогою тепловізора та ін. Тепловізор – це пристрій для спостереження за розподілом температури досліджуваної поверхні. Розподіл температури відображається на дисплеї (або в пам'яті) тепловізора як колірне поле, де певній температурі відповідає певний колір. Такі дослідження показують якість того чи іншого рішення теплоізоляції. Вимірювання робляться на контрасті внутрішньої і зовнішньої температур.

Науковою новизною в експериментальних дослідженнях можуть бути отримані аналітичні та графічні закономірності, а також нові методики, методи досліджень або моделі будівельних процесів. Практична значимість повинна витікати з теми і результатів дослідження. Вона визначається можливим обсягом впровадження (використання) результатів і їхньою техніко-економічною ефективністю. Ефективність найчастіше визначається порівнянням з відомими

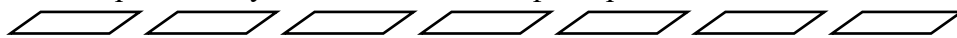
рішеннями по вартості, трудовитратам, термінів і т.п. Але ефективність може бути не тільки економічною, але і соціальною, екологічною тощо (див. рис. 3.6).

Загальний алгоритм експериментальних досліджень в лабораторних або натурних умовах показаний на рис. 3.15. Приклад виконання наукової частини експериментального дослідження в лабораторних умовах наведено в додатку Ж.

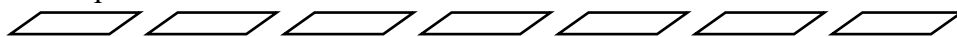
1. Аналіз інформаційних джерел по темі.



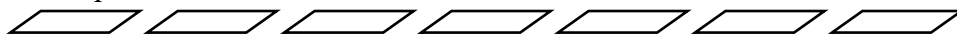
2. Вибір досліджуваних показників і факторів, які впливають на них.



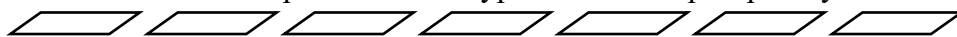
3. Вибір загального вигляду експериментально-статистичної моделі. Планування експериментальних досліджень.



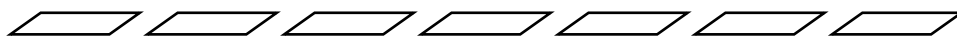
4. Пошук необхідного обладнання та матеріалів. Організаційна підготовка експериментів.



5. Виконання експериментів в натурних або лабораторних умовах відповідно до плану.



6. Статистична обробка результатів. Побудова експериментально-статистичних моделей.



7. Графічна інтерпретація та аналіз отриманих результатів.

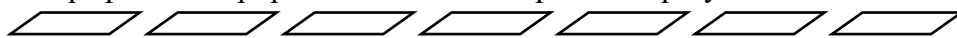


Рисунок 3.15 – Алгоритм експериментальних досліджень в лабораторних або натурних умовах

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Автоматичне оформлення джерел по ВАК України [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://vak.in.ua>.
2. Бабаев В.М., Бамбура А.М., Пустовойтова О.М., Резник П.А., Стоянов Є.Г., Шмуклер В.С. Практичний розрахунок елементів залізобетонних конструкцій за ДБН В.2.6-98:2009 у порівнянні з розрахунками за СніП 2.03.01-84\* і EN 1992 – 1 – 1 (Eurocode 2) – Харків: «Золоті сторінки», 2015 – 206 с.
3. ДБН А.3.1-5:2016 «Организация строительного производства», К.: Госстрой Украины, 2016.
4. ДБН А.3.2-2-2009 ССБП. Промислова безпека у будівництві. Основні положення. Київ, Міжрегіонбуд України, 2009.
5. ДБН В.1.2-2:2006. Нагрузка и воздействия. Нормы проектирования. Минстрой Украины, – Киев. 2006. – 80 с.
6. ДБН В.2.1-10-2009 Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування. Київ.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 104 с.
7. ДБН В.2.6-31: 2016. «Теплова ізоляція будівель».
8. ДБН Д. 11-2-99. Указания по применению ресурсных элементных сметных норм на строительные работы (с дополнениями).
9. ДБН Д. 2.2-1-99; ДБН Д. 2.2-47-99. Ресурсные элементные сметные нормы на строительные работы (с изменениями и дополнениями).
10. ДБН Д. 2.7-2000. Ресурсные и сметные нормы эксплуатации строительных машин и механизмов.
11. ДБН Д.2.4-1-2000 – Д.2.4-20-2000. «Ресурсные элементные сметные нормы на строительные работы».
12. ДСТУ 3008–95. Документація. Отчеты в сфере науки и техники. Структура и правила оформления. – К.: Госстандарт України, 1995 – 38 с.
13. ДСТУ Б В.2.6 – 97:2009 Конструкції і виробі бетонні та залізобетонні збірні. Умовні позначення (марки).
14. ДСТУ Б.В.2 1-2-96. Ґрунти. Класифікація. – Укрархбудінформ – Київ 1997. – 42 с.
15. Зміна №1 від 01 липня 2013р до ДБН В.2.6-31:2006. «Теплова ізоляція будівель».
16. Каргин, В. Р. Методология научных исследований. Лекция № 5. Экспериментальные методы исследований [Электронный ресурс]: презентация лекционного курса / В. Р. Каргин; Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т). - Электрон. текстовые и граф. дан. (3,22 Мбайт). - Самара, 2011. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM)
17. Курс лекцій «Операционный контроль качества при производстве строительно-монтажных работ». Електронна версія. Лукашенко Л.Э. ОГАСА, 2006.

18. Машины для строительного-монтажных работ/ Под ред. Н. С. Болотских - К.: Будівельник, 1993.-344 с.
19. 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.
20. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине строительные конструкции 2 «Расчет и конструирование сборных железобетонных элементов лестниц – маршей и площадок». Часть II. Составители: д.т.н, проф. Дорофеев В.С., доц. Заволока Ю.В., к.т.н., проф. Заволока М.В., к.т.н., доц. Мурашко А.В. ОГАСА, 2014 – 84 с.
21. Методические указания к выполнению курсовой работы «Пример выполнения технологической карты на устройство кровли из битумно-полимерного наплавляемого материала АКВАИЗОЛ. Менейлюк А.И., Лукашенко Л.Э., Козлюк Э.И., Можина С.Р. ОГАСА, 2004.
22. Методичні вказівки для розробки розділу дипломного проекту «Технологія та організація будівництва». УКЛАДАЧІ: Олійник Н.В., Файзуліна О.А., Трофимова Л.Є., Лукашенко Л.Є., Можна С.Р., Козлюк Е.І. ОДАБА - 2010 – 50 с
23. Методичні вказівки для розробки технологічних карт з облицювання будівельних конструкцій на прикладі матеріалів CERESIT. Одеса: видавництво ОДАБА, 2008. Менейлюк О.І., Лукашенко Л.Є., Олійник Н.В.
24. Методичні вказівки для розробки технологічних карт з улаштування високоміцних промислових підлог. Одеса: видавництво ОДАБА, 2008. Менейлюк О.І., Лукашенко Л.Є., Дмитриєва Н.В. Борисов О.О.
25. Методичні вказівки до виконання економічного розділу дипломного проекту. УКЛАДАЧІ: доц. Кулікова Л.В., ст. викл. Жусь О.Н. ОДАБА - 2011 – 29 с.
26. Методичні вказівки до виконання курсової роботи (проекту) «Застосування нових технологій у будівництві». Одеса: видавництво ОДАБА, 2007. Менейлюк О.І., Лукашенко Л.Є.
27. Методичні вказівки до виконання курсової роботи улаштування нульового циклу будівель. Частина 1. Одеса: видавництво ОДАБА, 2007. Менейлюк О.І., Лукашенко Л.Є., Попов О.О., Козлюк Е.І., Можина С.Р.
28. Методичні вказівки до виконання курсової роботи улаштування нульового циклу будівель. Частина 2. Одеса: видавництво ОДАБА, 2007. Менейлюк О.І., Лукашенко Л.Є., Попов О.О., Козлюк Е.І., Можина С.Р.
29. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Геотехнічний моніторинг при підсиленні основ і фундаментів». Укладачі: к.т.н., доц. Митинський В.М.ас. Голубенко В.І. ОДАБА – 2012 – 48 с.
30. Методичні вказівки до розробки дипломного проекту (дипломної роботи) по кафедрі архітектурних конструкцій, реставрації та реконструкції будівель, споруд та їх комплексів для студентів спеціальності 7.0921.01 (8.0921.01) –

- Промислове і цивільне будівництво. Укладачі: д.т.н., проф., академік Лісенко В.А. к.т.н., доц. Плахотний Г. Н. к.т.н., доц. Закорчемний Ю.О. маг. з будівництва, ас. Коцюрубенко О. М. ОДАБА, 2012 – 45 с.
- 31.Методичні вказівки з виконання курсового проекту з дисципліни «Наукові основи вибору інновацій в процесах будівництва та реконструкції». Частина 1. Отримання робочих креслень колони та балки Составители: к.т.н, доц. каф. ЗбіКК Шеховцов І.В., к.т.н., доц каф. Опору матеріалів Петраш С.В., к.т.н., ас. Каф. ЗбіКК Малахов В.В. ОДАБА, 2016 – 51 с.
  - 32.Методичні вказівки з дисципліни «Конструкції будівель і споруд 4» до курсової роботи: «Розрахунок та конструювання ребристого залізобетонного перекриття будівлі з неповним ка конструирование сборных железобетонных элементов лестниц – маршей и площадок». Составители: д.т.н, проф. Дорофеев В.С., доц. Заволока Ю.В., к.т.н., проф. Заволока М.В., к.т.н., доц. Мурашко А.В. ОГАСА, 2013 – 105 с.
  - 33.Методичні вказівки з дисципліни «Основи та фундаменти» до виконання контрольних робіт. Укладачі: к.т.н., доц. Логінова Л.О. к.т.н., ст. викл. Новський В.О. ст. викл. Єресько О.Г. ОДАБА – 2014 – 26 с.
  - 34.Методичні вказівки з дисципліни «Сейсмостійкість споруд» до розрахунково-графічної роботи: «Розрахунок багатоповерхового будинку на сейсмічні впливи». Укладачі: к.т.н, доц. каф. ЗбіКК Мурашко А.В., к.т.н., доц.каф. ІКВД.ОНМУ Безушко Д.І. ОГАСА, 2012 – 43 с.
  - 35.Методичні вказівки з дисципліни «Фундаменти в особливих умовах» до розрахунково-графічної роботи. Укладачі: к.т.н., проф. Новський О.В. ст. викл. Єресько О.Г. ас. Логінова Л.О. ОДАБА – 2012 – 24 с.
  - 36.Методичні вказівки по розробці технологічних карт на улаштування вентильованих фасадів. Одеса: видавництво ОДАБА, 2007. Менейлюк О.І., Лукашенко Л.Е.
  - 37.Методичні вказівки по розробці технологічних карт на улаштування фасадів «мокрим» способом з утепленням. Одеса: видавництво ОДАБА, 2007. Менейлюк О.І., Лукашенко Л.Е.
  - 38.Поляков В. И., Полосин М. Д. Машины грузоподъемные для строительномонтажных работ. - М.: Стройиздат. 1993. -244 с.
  - 39.Пособие по разработке проектов организации строительства и проектов производства работ к ДБН А.3.1-5-96, К.: 1997.
  - 40.Расчёт разрядов рабочих в строительстве [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:  
[http://www.krognet.com/images/My\\_like/razr\\_rach/razr\\_rach.html](http://www.krognet.com/images/My_like/razr_rach/razr_rach.html).
  - 41.Розрахунок залізобетонних елементів і конструкцій за деформаційно-силовою моделлю: Рекомендації//В.М.Ромашко.- Рівне:НУВГП, 2016.-126с.
  - 42.Савйовский В.В., Чернявская И.В. Оценка технического состояния строительных конструкций реконструируемых зданий. – Х.: Ватерпас, 2002. – 209 с. 4. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика.

- 43.Серія «Сучасне будівництво» Навчальний посібник «Сучасні технології улаштування та ремонту підлог». О.І.Менейлюк, Л.Е.Лукашенко. ОДАБА, Одеса, 2007.
- 44.Серія «Сучасне будівництво». Навчальний посібник «Сучасні технології улаштування покрівель». ТОВ «ЕДЕНА», Харків, 2006. Менейлюк О.І., Лукашенко Л.Е., Козлюк Е.І., Москаленко В.І., Петровский А.Ф.
- 45.Серія «Сучасне будівництво». Навчальний посібник «Сучасні фасадні системи». Видавництво ТОВ «Освіта України» 2007. Утверждено к изданию с грифом «Учебное пособие для студентов высших учебных заведений» МОНУ. Дорофеев В.С., Менейлюк О.І., Лукашенко Л.Е., Москаленко В.І., Петровський А.Ф., Соха В.Г.
- 46.Спеціалізована база даних "Винаходи (корисні моделі) в Україні" [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://base.uipv.org/searchINV/>.
- 47.Теличенко В. И., Терентьев О. М., Лapidус А. А. Технология возведения зданий и сооружений. -М.: Высшая школа, 2004. -446 с.
- 48.Технология строительного производства /М.Г. Ярмоленко, В.И. Терновой, М.А. Скрипник и др. -К.: Вища школа, 1993. -303 с.
- 49.Технологія будівельного виробництва/ За редакцією В. К. Черненка, М. Г. Ярмоленка - К.: Вища школа, 2002. - 430 с.
- 50.Учебно-методическое пособие «Проектирование несущих железобетонных конструкций многоэтажного здания». Составители: проф. Столевич А.С., доценті Бессонов В.Г., Шеховцов И.В., Суханов В.Г., Лісенко Е.В., асс. Сузанская Т.А. ОГАСА. – 88 с.
- 51.Шевцов К. К. Охрана окружающей природной среды в строительстве. - М.: Высшая школа, 1994. -240 с.

**ДОДАТОК А – Приклад заяви про затвердження теми  
магістерської роботи**

директору ІБІ  
проф. Костюку А. І.  
ст. гр. ПЦБ (ЗПЦБ) – \_\_\_\_\_ Іванова І.

Заява

Прошу вас затвердити тему випускної магістерської роботи  
«\_\_\_\_\_» ст. гр. ПЦБ \_\_\_\_\_ Іванова І. та затвердити  
наукового керівника професора Петрова П.П.

Дата

Підпис

## ДОДАТОК Б – Приклад рецензії та відгуку на випускну магістерську роботу

### РЕЦЕНЗІЯ

#### на магістерську роботу

студента \_\_\_\_\_  
інститут \_\_\_\_\_  
спеціальність \_\_\_\_\_  
освітньо-професійна (наукова) програма \_\_\_\_\_  
Тема роботи \_\_\_\_\_  
Обсяг роботи \_\_\_\_\_

Випускна магістерська робота складається з пояснювальної записки обсягом \_\_\_\_\_ стор. (в т. ч. основного тексту \_\_\_\_\_ стор., таблиць \_\_\_\_\_, малюнків \_\_\_\_\_) та графічної частини на \_\_\_\_\_ листах формату А1. Робота відповідає завданню.

В роботі представлені архітектурно-планувальне рішення будівлі, теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни, ... (архітектурна частина), сходовий марш і майданчики, розрахунок і конструювання фундаментів.

Наукова частина присвячена ... (формулювання основної задачі, що розв'язується). Воно (завдання) вирішене шляхом

Результати наукових досліджень використовувалися при організаційно-технологічних, проектних роботах (вказати які саме і де саме). Наприклад, нові технології при розробці технологічної карти або результати моделювання при складанні графіка виконання робіт.

Зауваження по роботі наступні:

1. \_\_\_\_\_
  2. \_\_\_\_\_
  3. \_\_\_\_\_
- } перелік зауважень

В цілому робота виконана на належному рівні і заслуговує оцінку «\_\_\_\_\_», а студент Іванов І.І. присвоєння йому кваліфікації магістр в галузі промислового і цивільного будівництва.

К. т. н., доцент кафедри \_\_\_\_\_ П. П. Петров  
підпис

## ВІДГУК

### наукового керівника на магістерську роботу

\_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я та по батькові студента)

\_\_\_\_\_

(назва роботи)

спеціальності \_\_\_\_\_

освітньо-професійної (наукової) програми

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### Основні положення, які повинен розглянути керівник:

- обґрунтування актуальності наукового дослідження, зв'язок із темою наукових досліджень кафедри;
- коректність визначення мети і завдань, відповідність висновків завданням роботи;
- аналіз стану розробленості наукової теми;
- обґрунтованість вибору методології дослідження;
- практична спрямованість роботи;
- рівень наукової самостійності та оригінальності розробки теми;
- апробація результатів і висновків магістерської роботи (публікація чи написання статей, участь у наукових конференціях, тощо);
- якість оформлення магістерської роботи;
- мова та стиль роботи;
- зауваження, рекомендації.

Загальний висновок про відповідність магістерської роботи встановленим вимогам та можливість допуску до захисту на ЕК.

Науковий керівник

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

(прізвище, ініціали)

(підпис)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_р.

**ДОДАТОК В – Приклад титульної сторінки та змісту випускної  
магістерської роботи**

**ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА  
АРХІТЕКТУРИ**

\_\_\_\_\_ (назва інституту)

\_\_\_\_\_ (назва кафедри)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ (підпис, прізвище та ініціали)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ**

\_\_\_\_\_ (назва)

Виконав студент групи \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (код та назва спеціальності)

\_\_\_\_\_ (освітньо-професійна (наукова) програма)

\_\_\_\_\_ (прізвище, ім'я та по батькові повністю)

Керівник \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (науковий ступінь, вчене звання)

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Одеса 20\_\_ р.

<i>ВСТУП</i> .....	—
<b>Розділ 1 Архітектурно-планувальне рішення</b> .....	—
1.1 Вихідні дані для проектування .....	—
1.2 Генеральний план.....	—
1.3 Об'ємно-планувальне рішення будівлі .....	—
1.4 Конструктивне рішення будівлі .....	—
1.5 Теплотехнічний розрахунок .....	—
1.6 Зовнішня і внутрішня обробка будівлі .....	—
1.7 Інженерне обладнання будинку .....	—
1.8 Протипожежні заходи .....	—
<b>Розділ 2 Розрахунково- конструктивна частина</b> .....	—
2.1 Основні конструкції та матеріали .....	—
2.2 Розрахунок сходового маршу .....	—
2.3 Розрахунок сходового майданчика .....	—
2.3.1 Розрахунок пристінного ребра .....	—
2.3.1.1 Визначення навантажень і внутрішніх зусиль в пристінному ребрі .....	—
2.3.1.2 Розрахунок міцності перерізів, нормальних до поздовжньої осі .....	—
2.3.2 Розрахунок лобового ребра .....	—
2.3.2.1 Визначення навантажень і внутрішніх зусиль в лобовому ребрі .....	—
2.3.2.2 Розрахунок міцності перерізів, нормальних до поздовжньої осі .....	—
<b>Розділ 3 Основи і фундаменти</b> .....	—
3.1 Оцінка інженерно-геологічних умов .....	—
3.2 Визначення навантажень, що діють на основу .....	—
3.3 Визначення глибини закладення підошви фундаментів .....	—
3.4 Розрахунок стрічкових фундаментів на природній основі .....	—
3.5 Розрахунок осадки методом пошарового підсумовування .....	—
<b>Розділ 4 Інновації в будівництві</b> .....	—
4.1 Інженерно-дослідницька частина .....	—
4.1.1 Аналіз проектного рішення і вибір предмета для вдосконалення .....	—
4.1.2 Аналіз інформаційних джерел .....	—
4.1.3 Результати патентного пошуку .....	—
4.1.4 Складання заявки на патент .....	—
4.2 Технологія будівельного виробництва. Опис прийнятих у проекті технологічних рішень .....	—
4.2.1 Технологічна карта на .....	—
4.2.1.1 Галузь застосування.....	—

4.2.1.2	Організація і технологія виконання робіт .....	—
4.2.1.3	Визначення обсягів робіт .....	—
4.2.1.4	Контроль якості.....	—
4.2.1.5	Калькуляція трудових витрат і заробітної плати .....	—
4.2.1.6	Графік виконання робіт.....	—
4.2.1.7	Матеріально-технічні ресурси .....	—
4.2.1.8	Техніка безпеки.....	—
4.2.1.9	Техніко-економічні показники .....	—
4.2.2	Технологічна карта на створення протиерозійної захисту грунтових поверхонь, а також для захисту споруд і будівель від руйнування .....	—
4.2.2.1	Галузь застосування.....	—
4.2.2.2	Організація і технологія виконання робіт .....	—
4.2.2.3	Калькуляція трудових витрат.....	—
4.2.2.4	Графік виконання робіт.....	—
4.2.2.5	Контроль якості.....	—
4.2.2.6	Рекомендації щодо безпечного виконання робіт .....	—
4.2.3	Технологічна карта на утеплення фасаду ... (найменування) «мокрим способом» перфорованим пінополістиролом каркасно- монолітної будівлі .....	—
4.2.3.1	Галузь застосування.....	—
4.2.3.2	Організація і технологія виконання робіт .....	—
4.2.3.3	Вимоги до якості і приймання робіт .....	—
4.2.3.4	Калькуляція трудових витрат і заробітної плати .....	—
4.2.3.5	Графік виконання робіт.....	—
4.2.3.6	Потреби в матеріально-технічних ресурсах .....	—
4.2.3.7	Техніка безпеки.....	—
4.2.3.8	Техніко-економічні показники технологічної карти .....	—
4.3	Організація будівельного виробництва.....	—
4.3.1	Коротка характеристика об'єкта будівництва .....	—
4.3.2	Характеристика умов будівництва .....	—
4.3.3	Календарний план будівництва .....	—
4.3.3.1	Встановлення номенклатури робіт, розрахунок обсягів робіт і визначення потреби в матеріальних ресурсах .....	—
4.3.3.2	Обґрунтування і вибір оптимальних рішень по організації, механізації і технології виконання робіт .....	—
4.3.3.3	Обґрунтування прийнятого терміну будівництва, форми календарного плану, комп'ютерної програми для його побудови .....	—

4.3.3.4 Методи виробництва робіт і визначення структури будівельного виробництва .....	—
4.3.3.5 Розробка заходів з охорони праці та техніки безпеки .....	—
4.3.4 Будгенплан .....	—
4.3.4.1 Загальні положення з проектування будгенплану .....	—
4.3.4.2 Обґрунтування розміщення на будгенпланом монтажних кранів .....	—
4.3.4.3 Будівельних склади і визначення потреби в них .....	—
4.3.4.4 Тимчасове водопостачання .....	—
4.3.4.5 Тимчасові будівлі і споруди .....	—
4.3.4.6 Тимчасове електропостачання .....	—
4.3.4.7 Організація матеріально-технічного забезпечення будівництва .....	—
4.3.4.8 Вибір монтажних кранів та інших будівельних машин .....	—
4.3.4.9 Розрахунок потреби в транспортних засобах .....	—
<b>Розділ 5 Економіка будівельного виробництва.....</b>	—
5.1 Кошторисний розрахунок вартості будівлі ... (назва) .....	—
5.2 Порівняння економічних показників від впровадження нового рішення .....	—
<b>Список використаних інформаційних джерел.....</b>	—
<b>Додатки.....</b>	—

## **ДОДАТОК Г – Приклад розробки нового конструктивно-технологічного рішення огорожувальних конструкцій**

Одним з варіантів виконання наукової частини випускної магістерської роботи за професійною програмою є «Удосконалення або розробка нового будівельного рішення для зведення проєктованих будівель». Методика його підготовки викладена в цьому навчальному посібнику (см. підрозділ 3.2).

Нижче наведено приклад такого варіанту наукової роботи. Тема наукових досліджень: «Зведення малоповерхових будівель з енергоефективними огорожувальними конструкціями». Мета: розробка нового ефективного рішення улаштування огорожувальних конструкцій.

Для досягнення поставленої мети вирішені наступні завдання:

1. Проведено аналіз проєктного рішення і визначений предмет досліджень.
2. Виконано патентний пошук (визначений аналог і прототип).
3. Складена заявка на патент з супровідними документами (опис, формула винаходу, реферат).

Збільшення вартості енергетичних ресурсів призвело до того, що наявні рішення не відповідають сучасним вимогам до ефективності будівель за строками зведення, конструкційною мобільністю, теплопровідністю і ін. Сучасні економічні та технологічні вимоги в будівництві полягають в тому, що нова будівля повинна мати знижену матеріаломісткість при високих будівельно-технічних властивостях. Вимоги з теплозахисту і високий попит на масове будівництво малоповерхових будівель викликає необхідність розробки нових ефективних організаційно-технологічних рішень їхнього зведення, які призводять до зниження вартості, але при цьому забезпечують нормативні вимоги з теплозахисту.

**Об'єкт дослідження** – будівництво малоповерхових будівель.

**Предмет дослідження** – технології зведення малоповерхових будівель з енергоефективними огорожувальними конструкціями.

Результати патентного пошуку з розробки нового ефективного рішення улаштування огорожувальних конструкцій представлені сертифікатом, що засвідчує отримання патенту.

Патентний пошук проведений в наступних країнах: Україна, Росія. Глибина пошуку 20 років. Використані наступні джерела інформації:

- спеціалізована база даних «Винаходів (корисних моделей) України»;
- бібліотека патентів на винаходи (заявок на патент) Росії.

Результати патентного пошуку і порівняння можливих прототипів із запропонованим рішенням представлені в таблиці Г.1.

Таблиця Г.1 – Ознаки винаходу і прототипів для варіанта

№ прототипу	Назва	Основні ознаки прототипу	Ознаки винаходу	
			загальні (+)	Відмінності
85184	Багатошарова огорожувальна стінова конструкція	1. Стінова конструкція містить зовнішній облицювальний шар і внутрішній несучий, які з'єднані між собою зв'язками.		1. Стеновая конструкція має (монолітні або збірні) з/б стійки-колони по периметру стіни
		2. Стінова конструкція містить теплоізоляційний шар, розташований між внутрішнім і зовнішнім шарами.	+	
		3. Стінова конструкція забезпечена шпонками, які утворені за рахунок наскрізних отворів в теплоізоляційному шарі, заповнені торкрет бетоном переважно в місцях проходження зав'язок з'єднання внутрішнього і зовнішнього шару.		2. Загальну несучу здатність всієї конструкції забезпечує армопояс, який об'єднує з/б стійки-колони, розташовані з внутрішньої сторони не менше ніж на 120 мм.
		4. Зовнішній облицювальний шар з внутрішньої сторони забезпечений шаром торкрет бетону.		3. Зовнішні і внутрішні шари виконані з набризк-бетону по армуючій сітці (для фіксації утеплювального матеріалу з арматурного каркаса колон виконуються випуски арматури в шаховому порядку).
		5. Внутрішній несучий шар виконаний з армованого торкрет бетону.	+	
		6. Зв'язки переважно горизонтально орієнтовані, виконані у вигляді стрижнів, з'єднаних з армованим		4. Зв'язки виконані у вигляді стрижнів, які проходять через теплоізоляційний шар і з'єднуються з армованими внутрішнім і зовнішнім шарами

		внутрішнім шаром торкрет-бетоном.		набриг-бетону (обидва шари армовані сітками і з'єднані між собою горизонтальними стрижнями, утворюючи єдину конструкцію).
		7.Стінова конструкція включає в себе зв'язки, які з'єднують внутрішній і зовнішні шари.	+	
		8. Стінова конструкція має облицювальний шар, виконаний у вигляді кам'яного шару і армуючі елементи.		5.Торкретування із зовнішнього боку стіни виконує також облицювальну функцію (облицювальним шаром служить армований торкрет-бетон).
		9. Теплоізоляційний шар виконаний з будь-якого типу теплоізоляційного матеріалу.		6.Теплоізоляційний шар виконаний з екструдованого пінополістиролу, який розташований між з/б стійками-колонами по периметру стіни.
				7.Жесткість забезпечується спільною роботою колон і монолітного диска перекриття.
8978	Багатошарова стінна панель	1. Стінова панель містить зовнішні шари з армованого бетону.	+	
		2. Стінова панель містить проміжний шар утеплювача, виготовлений з листового матеріалу пористого типу – пінополістиролу.	+	
		3. Шари з'єднані між собою і утворюють жорстку конструкцію	+	
		4. Кожен зовнішній шар панелі виконаний щонайменше двоповерховим.		1.В даній конструкції досить одного шару набризк-бетону, так як основну жорсткість конструкції забезпечують з/б стійки-колони і монолітні перекриття.
		5. Перший шар з'єднаний з утеплювачем і виконаний з армованого торкрет-бетону, а другий – оздоблювальний, з торкрет-бетону з підвищеним вмістом пластифікатора.		2. Зовнішній шар набризк-бетону, який виконує роль облицювального, містить гідрофобну добавку для підвищення стійкості і впливу агресивних середовищ.
		6. Перший поверх зовнішнього шару торкрет-бетону виготовлений з торкрет-маси, що містить високоглиноземистий цемент, пісок і армуючі домішки.		3.Зовнішні і внутрішній шари виконані з набризк-бетону по армуючої сітки, які з'єднані між собою за допомогою стрижнів, що проходять крізь утеплювач і з'єднуються з армуючої сіткою набризг-бетону, утворюючи при цьому жорстку конструкцію.

		7. Армуючі домішки використані у вигляді бетонних гранул, синтетичних, базальтових і металевих волокон.		4. Теплоізоляційний шар розташований між з/б стійками-колонами по периметру стіни.
		8. Перший поверх зовнішнього шару виконаний сухим у вигляді дискретно армованого торкрет-бетону, другий – вологим способом, виготовленим з торкрет-бетону з підвищеним вмістом пластифікатора.		5. Зовнішній і внутрішній шари виконані за допомогою мокрого способу торкретування, щоб уникнути великої кількості відскоку і зменшення запиленості при виконанні даного процесу.
83691	Багатошарова стіна	1. Стінка складається з трьох шарів, середній з яких заповнюється утеплювачем.	+	
		2. Два зовнішніх бокових виготовлені з шарів торкрет-бетону.	+	
		3. Додатковий верхній шар з армованого бетону, при цьому другий шар знаходиться на поверхні вертикальної сітки.		1. Зовнішній і внутрішній шари стіни виконані з набризк-бетону по армуючій сітці, де зовнішній шар є і облицювальним.
		4. Шари утеплювача перекладені горизонтальною сіткою.	+	
		6. У даній конструкції міститься заанкерений стрижень в фундаменті, на який одягають тюки.		2. Конструкція містить арматурні випуски з фундаменту, для влаштування з/б стійок-колон, які забезпечують жорсткість всієї стіни.
		5. Як утеплювач використовуються солом'яні тюки.		3. Як утеплювач використовується пінополістирол, який укладається між з/б колонами по периметру будівлі.
				4. Зовнішній і внутрішній шари виконані з набризк-бетону по армируючим сіткам, які з'єднані між собою за допомогою стрижнів, що проходять крізь утеплювач і з'єднуються з армуючою сіткою набризк-бетону, утворюючи при цьому жорстку конструкцію.

Приклад заявки на отримання патенту представлений в таблиці Г.2.

Таблиця Г.2 – Приклад заявки на отримання патенту

Додаток 1				
до пункту 5.1 Правил складання і подання заявки на винахід та заявки на корисну модель, затверджених наказом Міністерства науки і освіти України від 22.01.2001 № 22				
1				
(22) Дата подання заявки	Пріоритет	(51) МПК	ЕВ	(21) Номер заявки
(86) (87)	Реєстраційний номер та дата подання міжнародної заявки, установлені відомством-одержувачем Номер і дата міжнародної публікації міжнародної заявки			
<b>ЗАЯВА</b>		МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ		
про видачу патенту України		Державне підприємство "Український інститут промислової власності" вул. Глазунова, 1, м. Київ-42, 01601		
Подаючи нижчезазначені документи, прошу (просимо) видати:				
<input type="checkbox"/> патент України на винахід <input checked="" type="checkbox"/> патент України на корисну модель				
(71) Заявник(и)				Код за ЄДРПОУ (для українських заявників)
Менейлюк Олександр Іванович, Україна (65029), Одеська обл., м. Одеса, вул. Дідріхсона 4				
Черепашук Лариса Анатоліївна, Україна (65029), Одеська обл., . Одеса, вул. Дідріхсона 4				
(зазначається повне ім'я або найменування заявника(ів), його (їх) місце проживання або місцезнаходження та код держави згідно із стандартом ВОІВ ST.3. Дані про місце проживання винахідників-заявників наводяться за кодом (72)				
Проху (просимо) встановити пріоритет заявки _____ пунктів формули винаходу за заявкою N _____ за датою:				
<input type="checkbox"/> подання попередньої заявки в державі - учасниці Паризької конвенції (навести дані за кодами (31), (32), (33)) <input type="checkbox"/> подання до Установи попередньої заявки, з якої виділено цю заявку (навести дані за кодом (62)) <input type="checkbox"/> подання до Установи попередньої заявки (навести дані за кодом (66))				
(31) Номер попередньої заявки	(32) Дата подання попередньої заявки	(33) Код держави подання попередньої заявки згідно із стандартом ВОІВ ST.3	(62) Номер та дата подання до Установи попередньої заявки, з якої виділено цю заявку	(66) Номер та дата подання до Установи попередньої заявки
(54) Назва корисної моделі «Многослойная стена»				
(98) Адреса для листування				
Україна (65029), Одеська обл., м. Одеса, вул. Дідріхсона 4				

Телефон +380XX-XXX-XX-XX	Телеграф	Факс
(74) Повне ім'я та реєстраційний номер представника у справах інтелектуальної власності або повне ім'я іншої довіреної особи		
<input type="checkbox"/> Прошу (просимо) прискорити публікацію заявки		
Перелік документів, що додаються	Кількість арк.	Кількість прим.
X опис винаходу	6	3
X формула винаходу	1	3
X креслення та інші ілюстративні матеріали	2	3
X реферат	1	3
X документ про сплату збору за подання заявки	1	1
<input type="checkbox"/> документ, який підтверджує наявність підстав для зменшення збору або звільнення від сплати збору		1
<input type="checkbox"/> документ про депонування штаму		1
<input type="checkbox"/> копія попередньої заявки, яка підтверджує право на пріоритет		1
<input type="checkbox"/> переклад заявки українською мовою		3
<input type="checkbox"/> документ, який підтверджує повноваження довіреної особи (довіреність)		
<input type="checkbox"/> інші документи:		
<input type="checkbox"/> міжнародний звіт про пошук		
Підстави щодо виникнення права на подання заявки й одержання патенту (без подання документів), якщо винахідник(и) не є заявником(ами):		
<input type="checkbox"/> є документ про передачу прав винахідником(ами) або роботодавцем(ями) правонаступнику(ам)		
<input type="checkbox"/> є документ про право спадкування		
(72) Винахідник(и) Винахідник(и)-заявник(и) (повне ім'я)	Місце проживання та код держави згідно із стандартом ВОІВ ST. 3 (для іноземних осіб - тільки код держави)	Підпис(и) винахідника(ів)- заявника(ів)
Менейлюк Олександр Іванович Черепашук Лариса Анатоліївна	Україна (65029), Одеська обл., м. Одеса, вул. Дідріхсона 4  Україна (65029), Одеська обл., м. Одеса, вул. Дідріхсона 4	
Я (ми) _____ (повне ім'я)		
прошу (просимо) не згадувати мене (нас) як винахідника(ів) при публікації відомостей стосовно заявки на видачу патенту		
Підпис(и) винахідника(ів) _____		
Підпис(и) заявника(ів) _____		
Дата підпису	Якщо заявником є юридична особа, то підпис особи, що має на це повноваження, із зазначенням посади скріплюється печаткою. Якщо всі винахідники виступають заявниками, то їх підписи наводяться за кодом (72).	
М. П.		

## ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Багат шарова стіна складається з трьох шарів, середній з яких заповнюється утеплювачем, два зовнішніх бокових виготовлені з шарів торкрет бетону, а додатковий верхній – з армованого бетону, при цьому другий шар знаходиться на поверхні вертикальної сітки, а шари утеплювача перекладені горизонтальною сіткою, що відрізняється тим, що вона має монолітні залізобетонні стійки-колони, розташовані по периметру стіни.
2. Багат шарова стіна по п.1, що відрізняється тим, що містить арматурні випуски з фундаменту, для влаштування арматурного каркаса залізобетонних стійок-колон.
3. Багат шарова стіна по п.1, що відрізняється тим, що жорсткість забезпечується спільною роботою колон і монолітного диска перекриття.
4. Багат шарова стіна по п.1, що відрізняється тим, що зовнішній і внутрішній шари виконані з торкрет-бетону по армуючій сітці, які з'єднані між собою за допомогою стрижнів, що проходять крізь утеплювач і з'єднуються з армуючою сіткою торкрет-бетону, утворюючи при цьому єдину конструкцію.
5. Багат шарова стіна по п.1, що відрізняється тим, що в якості утеплювача використовується органічний матеріал, який укладається між залізобетонними стійками-колонами по периметру будівлі.
6. Багат шарова стіна по п.1, що відрізняється тим, що для фіксації теплоізоляційного матеріалу з арматурного каркаса стійок-колон виконуються випуски арматури в шаховому порядку.
7. Багат шарова стіна по п.1, що відрізняється тим, що облицювальною шаром служить армований торкрет-бетон зовнішнього і внутрішнього шару стіни.

## ОПИС КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Запропонована корисна модель відноситься до галузі будівництва, точніше до багатошарових стінових конструкцій і може бути використана при зведенні малоповерхових будівель і споруд, що формуються безпосередньо на будівельному майданчику.

Відомі різні способи створення багатошарових стін, основний принцип яких, полягає в зведенні монолітного каркаса і використанні теплоізолюючих матеріалів. Як аналог прийнята багатошарова стінова конструкція, яка містить монолітний залізобетонний каркас, заповнений легкими блоками, зокрема газобетонними, зовнішній шар влаштовують шляхом кріплення утеплювача до стіни, який, в свою чергу, має облицювальний шар у вигляді штукатурки по сітці і фарбування, внутрішній шар влаштовується переважно штукатуркою по каменю стіни і подальшим облицюванням. Недоліком конструкції є підвищена трудомісткість газобетонної кладки і подальше влаштування облицювання як із зовнішнього боку, так і з внутрішньої. Крім того, відома конструкція передбачає застосування тільки твердих сортів утеплювача.

Найбільш близькою за технічною сутністю до запропонованої корисної моделі є багатошарова стіна (Патент України на корисну модель №83691 У, МПК (2013/01), Е04В 2/00, публ. 2013), яка складається з трьох шарів, середній з яких заповнюється утеплювачем. Два зовнішніх бокових виготовлені з шарів торкрет-бетону, додатковий верхній – з армованого бетону, при цьому другий шар знаходиться на поверхні вертикальної сітки, а шари утеплювача перекладені горизонтальною сіткою.

До недоліків даної багатошарової стіни слід віднести обмежені функціональні можливості в зв'язку з недостатньою жорсткістю і стійкістю всієї конструкції. Тому вона не придатна для зведення несучих монолітних стін з теплоізоляційним шаром. Конструкція вимагає додаткових шарів торкрет-бетону для достатнього захисту від навколишнього середовища утеплювального матеріалу. Тобто кожен зовнішній шар панелі виконаний щонайменше

двошаровим.

В основу запропонованої корисної моделі поставлена задача вдосконалення багатошарової стіни, яка не вимагає додаткових шарів торкрет-бетону і створення нових конструктивно-технологічних рішень для підвищення жорсткості і стійкості всієї конструкції. Потрібно забезпечити потенціал енергоефективності будівель і споруд, швидкість монтажу, довговічність конструкції, знизити витрати на транспортування матеріалів і монтаж, а за рахунок незначної ваги елементів стінової конструкції зменшити вимоги до фундаменту, а також трудовитрати на облицювання стін.

Поставлена задача щодо забезпечення жорсткості і стійкості конструкції стіни виконується завдяки монолітним залізобетонним стійкам-колонам, розташованим по периметру стіни. Іншими словами, загальну несучу здатність конструкції забезпечує спільна робота стійок-колон і монолітного диска перекриття. Особливість таких стін полягає в монтажі конструкції, який здійснюється легко і швидко, дозволяючи скоротити терміни будівництва, виключивши використання дрібноштучних матеріалів при облицюванні конструкції. Як облицювання служить шар торкрет-бетону з обох сторін теплоізоляційного матеріалу, який розташований в площині стіни між залізобетонними стійками-колонами. Основна перевага запропонованого винаходу полягає в тому, що обидва шару армовані сітками і з'єднані між собою горизонтальними стрижнями утворюючи єдину конструкцію. Лицьова шар у вигляді торкрет-бетону забезпечує безшовну естетичну поверхню стіни будівлі. Потенціал енергоефективності будівель і споруд забезпечується при використанні утеплювача у вигляді органічних матеріалів, в першу чергу дозволяючи забезпечити комфортні умови проживання і зменшити витрати на вентиляцію будівель. Також в зв'язку з легкістю матеріалу, його недорого перевозити і монтувати, органічні матеріали не дають додаткових навантажень на конструкцію будівлі і фундамент, тому можуть бути використані для зведення будь-якого типу стін. Для фіксації утеплювального матеріалу, який знаходиться

в площині стіни між залізобетонними стійками-колонами, з арматурного каркаса стійок-колон виконуються випуски арматури в шаховому порядку. Тому при їх монтажі цілком можна обійтися без докладання особливих зусиль і навіть без спеціального обладнання.

В результаті використання винаходу у вигляді багатошарової стіни, підвищується технологічність і темпи зведення стін в каркасно-монолітних будівлях, при цьому досягається зменшення трудомісткості і матеріаломісткості завдяки широкому вибору сучасних матеріалів, а головне, забезпечується жорсткість і несуча здатність конструкції завдяки стійкам-колонам.

Важливим результатом винаходу є використання в якості утеплювача органічного матеріалу, який дозволяє створити шар, надійно захищає від холоду або спеки і досягти максимального зниження тепловтрат. При використанні пресованих органічних матеріалів як утеплювач, захист від механічних пошкоджень можна забезпечити і без додаткових шарів облицювання. Адже, як відомо, термін придатності утеплення є найменшим з усієї багатошарової конструкції і правильна «робота» стіни можлива тільки до тих пір, поки утеплювач не пошкодиться і не втратить своїх властивостей. Тому до утеплювача пред'являються спеціальні вимоги по довговічності, так як ремонтно-відновлювальні роботи неможливо провести без розбору зовнішнього шару. Це призводить до значних грошових витрат. Внаслідок цього, якісний зовнішній облицювальний шар у вигляді армованого торкрет-бетону захищає утеплювач від зовнішніх погодних і механічних впливів. Армування торкрет-бетону використовується для збільшення несучої здатності, а також для підвищення міцності готової поверхні.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями:

- на рис. Г.1 зображено багатошарову стіну, зовнішній вигляд;
- на рис. Г.2, Г.3, Г.4 зображено поперечний (горизонтальний) розріз багатошарової стіни відповідно до технології влаштування.

Багатошарова стіна складається із залізобетонних стійок-колон 1, розташованих по периметру стіни, які забезпечують жорсткість і стійкість стінової конструкції, теплоізоляційного матеріалу 2, який розташований в площині стіни між залізобетонними стійками-колонами 1 і має облицювання з обох сторін шаром торкрет-бетону 3 і 4. Обидва шари, зовнішній 3 і внутрішній облицювальний 4, мають армуючі сітки 5 і з'єднані між собою горизонтальними стрижнями 6, утворюючи єдину конструкцію. Для фіксації теплоізоляційного матеріалу 2 з арматурного каркаса 7 стійок-колон 1 виконуються випуски арматури 8 в шаховому порядку.

Спосіб влаштування запропонованої багатошарової стіни здійснюється наступним чином.

Спочатку в'яжуться арматурні каркаси 7 для залізобетонних стійок-колон 1 по готовим випускам арматури 9 з фундаменту 10. Далі на готовий фундамент 10 встановлюється теплоізоляційний матеріал 2, який в площині стіни буде служити опалубкою для залізобетонних стійок-колон 1. Теплоізоляційний матеріал між собою з'єднується спеціальним клейовим розчином, а для додаткової фіксації в площині стіни виконуються випуски арматури 8 з арматурного каркаса 7 залізобетонних стійок-колон 1 і випуски 9 з фундаменту 10. Для заливки залізобетонних стійок-колон 1 з внутрішньої і зовнішньої сторін стіни необхідно встановити щитову опалубку 11 з підкосами для забезпечення її стійкості в проектному положенні. Крок і розмір залізобетонних стійок-колон 1, а також товщину стіни можна отримати, виконавши розрахунок по навантаженню від перекриття. Залізобетонні стійки-колони 1 обов'язково встановлюються по кутах будівлі, у віконних і дверних прорізах. Установку щитової опалубки 11 слід виконувати по периметру стіни на всі залізобетонні стійки-колони 1, а потім виконувати паралельне бетонування всіх стійок-колон 1 приблизно по 0,5 м за 1 раз, для запобігання розпору опалубки, рівномірного укладання бетону, а також зручності ущільнення бетонної суміші. Ущільнення виконувати глибинним вібратором з малим діаметром вібробулави через

невеликі розміри залізобетонних стійок-колон 1 і арматурного каркаса 7 всередині елемента. Потім по поверхні готової стінової конструкції встановлюється армована сітка 5, яка з'єднується в'язанням з горизонтальними стрижнями 6, що проходять через всю стінну конструкцію. При цьому можливо забезпечити відстань між сіткою 5 і стіною не менше 10 мм від поверхні. Далі виконується влаштування облицювального бетонного шару 3 на поверхню стіни методом мокрого торкретування.

#### ГРАФІЧНА ЧАСТИНА

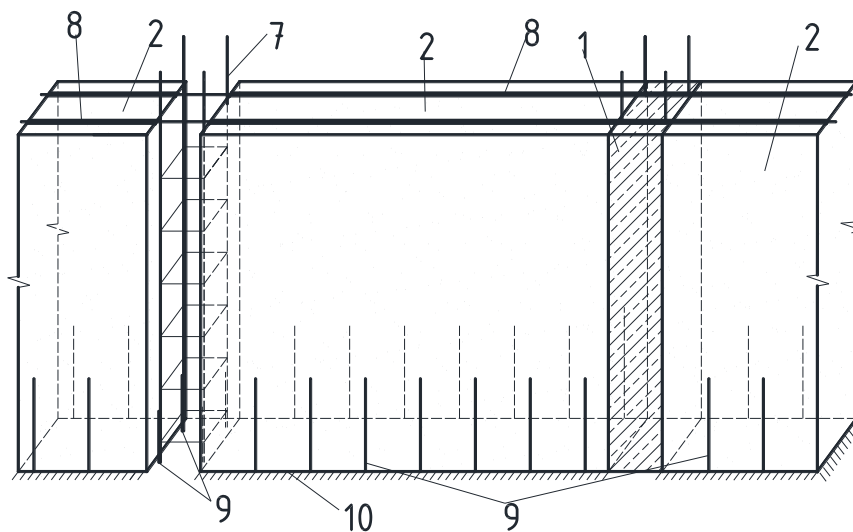


Рисунок Г.1

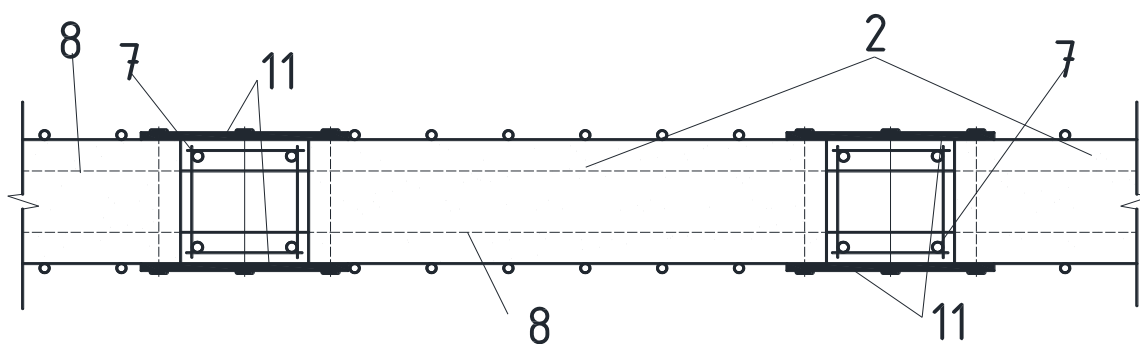


Рисунок Г.2

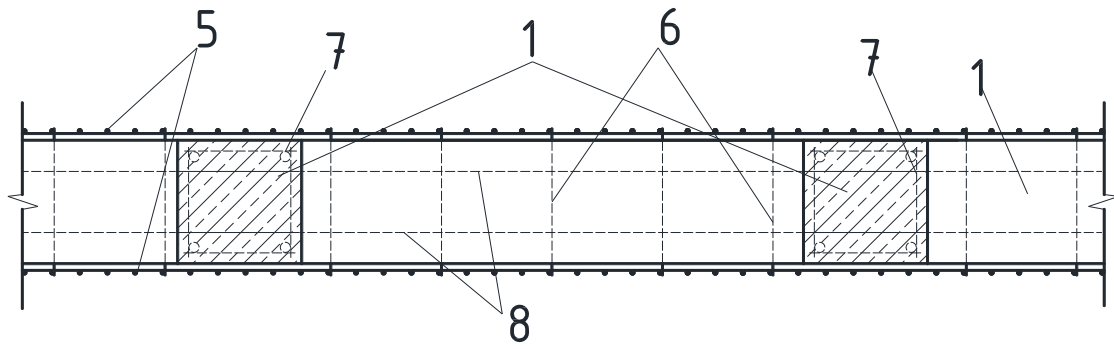


Рисунок Г.3

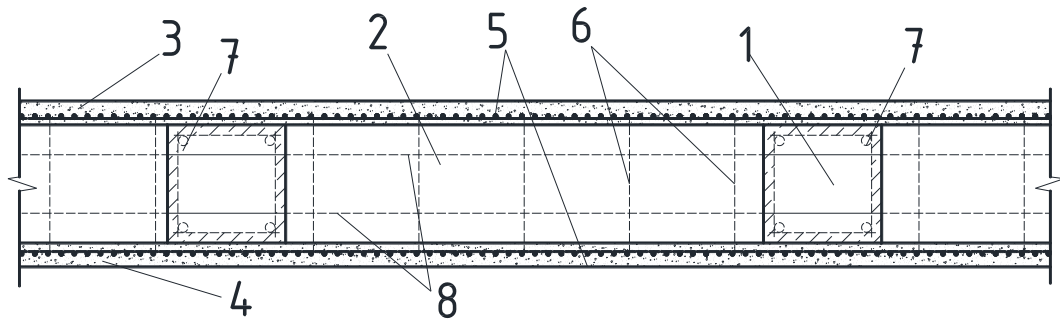


Рисунок Г.4

## РЕФЕРАТ КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Багатошарова стіна складається з трьох шарів, середній з яких заповнюється утеплювачем, два зовнішніх бокових виготовлені з шарів торкрет-бетону і містять залізобетонні стійки-колони, розташовані по периметру стіни, які забезпечують жорсткість і стійкість стінової конструкції. Як утеплювач використовується органічний матеріал, який розташований в площині стіни між залізобетонними стійками-колонами, він має облицювання з обох сторін у вигляді одного шару армованого торкрет-бетону.

Приклад патенту на конструктивно-технологічне рішення «Багатошарова стіна» представлено на рис. Г.5.



Рисунок Г.5 – Сертифікат, що засвідчує отримання патенту

## ДОДАТОК Д – Приклад вибору ефективного конструктивно-технологічного рішення на основі багатокритеріального аналізу

Одним з варіантів виконання наукової частини випускної магістерської роботи за професійною програмою є «Вибір ефективного конструктивно-технологічного рішення на основі багатокритеріального аналізу». Методика його підготовки викладена в цьому навчальному посібнику (см. підрозділ 3.3).

Нижче наведено приклад такого варіанту наукової роботи.

Тема наукових досліджень: «Зведення малоповерхових будівель з енергоефективними огорожувальними конструкціями». Мета: вибір найбільш ефективного конструктивно-технологічного рішення огорожувальних конструкцій. Для досягнення поставленої мети вирішені наступні завдання:

1. Обрано найбільш популярні конструктивно-технологічні рішення огорожувальних конструкцій для порівняння.
2. Вибрано критерії оцінки ефективності рішень.
3. Порівняно вибрані рішення за обраними критеріями.
4. Опрацьовано результати аналізу в програмному комплексі MS Excel.
5. Обрано ефективне конструктивно-технологічне рішення огорожувальних конструкцій.

Як завдання обраний проект котеджу «Герція» в м Одеса (рис. Д.1).



Рисунок Д.1 – Проект котеджу «Герція»

Місто Одеса відноситься до II кліматичній зоні. Нормативний опір теплопередачі для Одеси становить  $2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{С}/\text{Вт}$ . Геологічна будова Одеси відрізняється крайнім ступенем неоднорідності, основою для фундаменту є вапняк.

Будівля за проектом «Терція» має складну прямокутну форму з розмірами в осях  $17 \times 11,5 \text{ м}$ , складається з одного поверху висотою  $3,0 \text{ м}$ . Загальна площа будівлі становить  $130 \text{ м}^2$ . Фундамент стрічковий монолітний. Дах двосхилий, покрівля з бітумної черепиці. Спеціальних технічних вимог в області інженерних систем не потрібно, проектується відповідно до положень нормативних документів.

Сучасні конструктивно-технологічні рішення огорожувальних конструкцій покликані в першу чергу забезпечити теплотехнічні властивості, а також знівелювати недоліки традиційних рішень – зменшити їхню вагу, спростити монтаж, мінімізувати використання важкої будівельної техніки.

**Об'єкт дослідження** – будівництво малоповерхових будівель.

**Предмет дослідження** – конструктивно-технологічні рішення енергоефективних огорожуючих конструкцій.

Результати багатокритеріального аналізу щодо вибору найбільш ефективного конструктивно-технологічного рішення огорожувальних конструкцій представлені далі.

На підставі пропозицій сучасного ринку конструктивно-технологічних рішень огорожуючих конструкцій складена класифікація (рис. Д.2). З усього різноманіття конструктивно-технологічних рішень обрані 18 технологій зведення огорожувальних конструкцій для порівняння, а саме:

1. Керамічна пустотіла цегла.
2. Керамічні поризовані блоки.
3. Пиляні камені з вапняку.
4. Газобетонні блоки.
5. Оциліндровані колоди.
6. Клеєний брус.
7. Переставна незнімна опалубка типу «ТІБЕ».
8. SIP-панелі.
9. Незнімна опалубка типу «Термодім, Легодом, Изодом».
10. Незнімна опалубка типу «ТЕХНОБЛОК».
11. Незнімна опалубка типу «Plastbau».
12. Армowana 3-D панель (СОТА).
13. Полістіролбетонні блоки.
14. Цементно-стружкові плити.
15. Технології за патентом UA №115636.
16. Технології за патентом UA №115637.
17. Технології за патентом UA №123124.
18. Технології за патентом UA №123125.

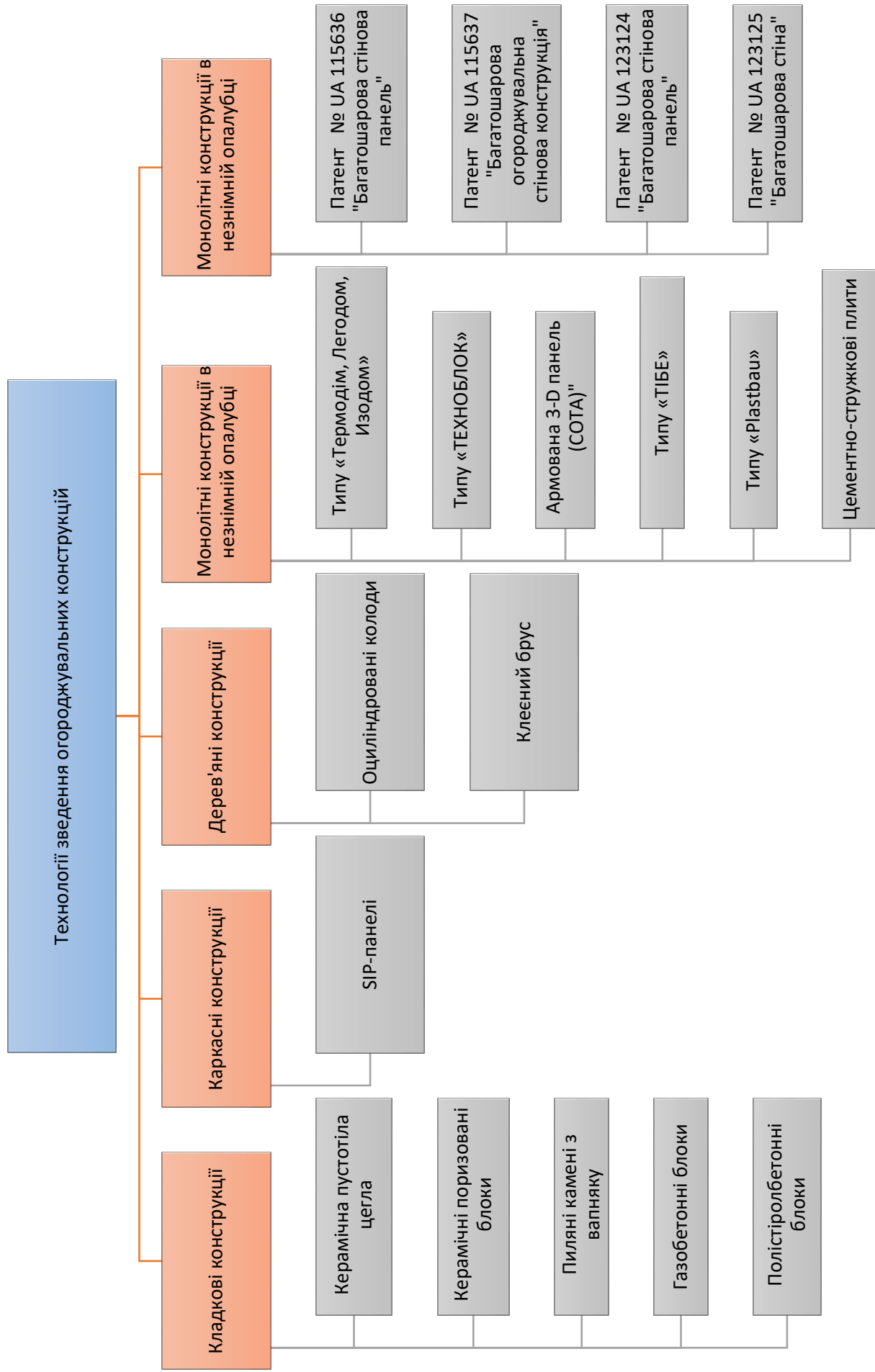


Рисунок Д.2 – Класифікація технологій будівництва малоповерхових будівель

Так як в даний час число варіантів конструктивних рішень, і відповідно, число технологій їхнього зведення, дуже велике [2], вибір найбільш доцільної з них є найважливішим завданням перед початком будівництва будь-якого об'єкта. Сучасний ринок матеріалів представлений величезною різноманітністю продукції для підвищення ефективності будівництва, так як тенденції житлового будівництва враховують підвищені вимоги до комфортності та енергозбереження. В першу чергу виробники зробили акцент на енергоефективності конструктивних рішень і матеріалів, що використовуються [6, 7, 9, 11, 16, 23, 24].

Кладку виконують з цегли (глиняної і силікатної), керамічних каменів, штучних блоків, сучасних бетонів, буту, вапняку і т.д.

**Цегляна кладка** є цегла, покладена відповідно до визначених правил і з'єднана розчином.

Єдиний істотний мінус – цегляна стіна погано утримує тепло, тому, в першу чергу, потрібно дбати про якісну теплоізоляцію. Малий розмір цегли підвищує тривалість і трудомісткість робіт з кладки стін. Переваги цегляних будинків: висока стійкість до атмосферних впливів і температур. У цегли значне число циклів заморожування/відтавання, зазвичай марка по морозостійкості F50; пожегобезпечна; довговічна. Область застосування: зведення капітальних стін і перегородок житлових приміщень, а також господарських будівель [4, 6, 7, 11].

**Кладка з керамічних поризованих блоків** має таку ж технологію як і цегляна. Найважливішою перевагою є низький коефіцієнт теплопровідності, що дозволяє зводити з цього матеріалу одношарові стіни без утеплювача. Крім того, поризована кераміка є екологічно чистим продуктом і має капілярну структуру, що створює сприятливий клімат в приміщенні і забезпечує оптимальний вологісний режим. Всі недоліки цього матеріалу пов'язані з особливими умовами його транспортування, зберігання і монтажу. Ударні навантаження – перший ворог пористої структури керамоблока [11, 12].

Область застосування поризованих блоків відрізняється в залежності від розмірів самих блоків і використовується в котеджному і монолітно-каркасному будівництві. Характеристики даного матеріалу дозволяють зводити безкаркасні будівлі до трьох поверхів, з висотою кожного не більше 4 м. Використовується при зведенні зовнішніх і внутрішніх, несучих і самонесучих стін.

Огороджувальні конструкції з **пиляного каменю-вапняку** поширені, в основному, в районах, де є родовища цього природного будівельного матеріалу. Стіни є екологічно безпечними. Через пористості матеріалу теплопровідність і водопоглинання вапняку високі. Тому залишати стіни без додаткової ізоляції або утеплення не слід. І перш за все, через неоднорідність структури цього каменю, він має невелику несучу здатність, що є основним недоліком при зведенні конструкцій. При зведенні стін необхідна важка будівельна техніка для доставки матеріалів, їх розвантаження і підйому на поверхи [5, 7, 11].

Область застосування: зведення капітальних стін і перегородок житлових і громадських приміщень.

**Будинки з газобетонних блоків** відрізняються швидкістю зведення. Розміри і вага такі, що трудовитрати на укладку даного типу матеріалу мінімальні. Перший ряд блоків укладається за допомогою цементно-піщаного розчину, а всі наступні – за допомогою спеціального клею. Для міцності конструкції кожен третій ряд кладки армують сталевими прутами. Товщина стін газобетонного будинку повинна бути не менше 375 мм, в іншому випадку стіну необхідно буде утеплити. До недоліків такої технології відносять міцність. Як наслідок – схильність до розтріскування при недостатньому армуванні стін і при відсутності армуючих поясів між поверхами. Наявне високе вологопоглинання матеріалу [3, 5, 6, 16].

З нього зводять капітальні стіни і перегородки житлових, громадських і господарських будівель до 3 поверхів. Також застосовується при каркасно-монолітній технології будівництва до 25 поверхів.

**Зруб з оциліндрованих колод** – це дерев'яна споруда, стіни якої зібрані з оброблених (рубаних) колод. Колоди в зрубі укладаються одна на іншу («вкліть»), А в кутах з'єднуються «в чашу» – з виступаючими кінцями колод, – або «в лапу» – без виступу, – а також іншими сполуками. Один ряд зрубу називається вінцем. Перший (окладний) вінець кладуть із більш товстих колод. Вінці об'єднують між собою в паз, який вибивають з нижньої сторони кожної колоди [10, 11].

Основні переваги будинків з оциліндрованих колод: екологічність; відмінна теплоізоляція – деревина має низьку теплопровідність; короткі терміни будівництва. Основні мінуси: тривала усадка будинку. Обробку не починають раніше, ніж за 0,5-1 роки до його повної усадки (10-12%). Необхідна додаткова конопатка стін. Після усадки і через 1,5-2 роки після заселення, зруб конопатять знову.

Будівництво з **клеєного бруса** починається з монтажу вінця, який представляє собою балки, що укладаються прямо на фундамент. Зведення стін схоже на збірку конструктора – балки скріплюються шипами, які забиваються в заздалегідь підготовлені отвори.

До переваг таких конструкцій відносяться: швидкість і простота зведення конструкції будівлі; практична відсутність усадки (до 2% висоти будинку), що дозволяє відразу ж після монтажних робіт приступати до опоряджувальних; низька теплопровідність. Основними недоліками є недовговічність і пожежна безпека. Слабка стійкість деревини до впливу сонця, дощу, снігу, схильність до гниття призводить до необхідності в покритті бруса ґрунтовкою, спеціальними фарбами і антисептиками [10, 11].

Область застосування: будівництво одно- або двоповерхових будівель котеджного типу, а також господарських будівель.

**Технологія «ТІБЕ»** (технологія індивідуального будівництва і екологія). Бетонні блоки опалубки виготовляються безпосередньо в стіні на місці кладки в спеціальному запатентованому модулі «ТІБЕ». Він виготовлений із сталі і

розрахований на формування одного блоку з пустотністю близько 45%. Для зведення стін формувальні модулі представлені в двох варіантах: «ТІБЕ-2» і «ТІБЕ-3». Модуль має розмір 250 мм і 380 мм (90 мм і 110 мм внутрішній і зовнішній бетонний шар відповідно і 180 повітряний прошарок для укладання легкого бетону або утеплювача [10, 11, 16].

Основні переваги: можливість будівництва в сейсмічно активних районах; не потрібна підйомна техніка; можливість працювати на місцях без електрики. Недоліки: відносно повільне зведення стін, в порівнянні з кладкою готових блоків (це пов'язано з тим, що блок створюється на місці «з нуля» і додаються операції з його формування); нестабільність сирого блоку (свіжостворений блок легко пошкодити або деформувати).

Опалубка «ТІБЕ-2» застосовується для кладки зовнішніх, внутрішніх, несучих стін, перегородок в будівлях до 2-х поверхів із залізобетонними або дерев'яними перекриттями. Опалубка ТІБЕ-3 застосовується при зведенні будинків до 3-х поверхів.

Конструкція **SIP-панелей** (від Structural Insulated Panel – конструкційна теплоізоляційна панель) являє собою сердечник з пінополістиролу товщиною від 100 до 200 мм, обшитий з обох сторін плитами OSB-3. Всі шари SIP-панелі склеюються між собою поліуретановим клеєм під високим тиском на спеціальному обладнанні. В один з торців панелі вклеюється калібрований дерев'яний брус, який при складанні будинку входить в паз сусідньої панелі. Після установки стін першого поверху, панелі закріплюються верхнім обв'язувальним брусом [6, 7, 13, 16, 18, 20].

До переваг панельної технології будівництва відносяться: швидкість зведення; легкість конструкції (не вимагає потужного фундаменту); відсутність усадки; економічність. Недоліки: для конструкції протипоказані тривалі великі навантаження; термін служби панелей не більше 50 років; потрібен захист від грибка і гниття, додаткова шумоізоляція і вентиляція.

За допомогою них можна зводити практично будь-які типи будинків до 2 поверхів: житлові (зокрема котеджі), адміністративні, спортивні, торгові і т. д.

Конструктивно-технологічні рішення **«Термодім, Легодом, Изодом»** є аналогами на основі застосування технології незнімної опалубки з пінополістиролу [4, 5, 6, 8, 10, 16, 21]. Кожен стіновий елемент опалубки являє собою цілісний пустотілий блок з двох пластини твердого пінополістиролу (зазвичай товщиною 50 мм, марка ПСБ-С 25-35), об'єднаними між собою перемичками. Вони мають порожнини, які в процесі зведення армуються і заповнюються бетоном. Регульовані перемички дають можливість змінювати товщину несучої (бетонної) частини стіни в діапазоні від 100 мм до 300 мм.

Бетонна плита з декоративним покриттям і шаром утеплювача **«ТЕХНОБЛОК»**. Система опалубки **«ТЕХНОБЛОК»** складається з легкозбірних опалубних блоків-модулів [4, 5, 6, 9, 10, 16, 21]. Кожен модуль збирається прямо на стіні будинку, що будується з фасадної і внутрішньої облицювальних плит за допомогою перемичок. Всередину модуля вкладається пластина утеплювача потрібної товщини і встановлюється арматура, потім в опалубку укладається бетон.

Незнімна опалубка **«PLASTBAU»** збирається на заводі з двох пінополістирольних панелей, які з'єднують між собою на певній вивіреній відстані армокаркасів. Фіксація панелей на каркасах здійснюється за допомогою пластикових заглушок. Внутрішня плита має товщину 50 мм, товщина зовнішньої визначається, виходячи з необхідних теплотехнічних характеристик. Вільний простір між пінополістирольними панелями заповнюється на будівельному майданчику бетонною сумішшю. Заливка відбувається в 3 етапи: до нижнього краю віконних прорізів; до перемичок віконних прорізів; до верху стінової панелі. Використання незнімної стінової опалубки системи **«PLASTBAU»** дозволяє здійснювати бетонування в зимових умовах без необхідності в спеціальному підігріві опалубки [4, 5, 6, 8, 9, 10, 16, 19, 21].

Тришарова армована панель з пінополістиролу (армопанель), відома в світі під різними назвами: **3D-Panel**, **COTA**, **SCIP**, **M2-panel**, **W-panel**, і являє собою структурно-просторовий каркас, що складається з жорсткого пенополистирольного вкладиша, затиснутого між двома листами міцної сталеві сітки розміром осередку 50x50 мм та діаметром дроту 3-4 мм. Після установки тришарової панелі на місці майбутньої стіни, на неї наносяться 2-3 шару бетону методом торкретування (набризку бетону під тиском) за допомогою спеціальної установки або хопра. Отримана стіна являє собою сендвіч «бетон - пінополістирол - бетон» і не потребує додаткового захисту пінополістиролу [4, 5, 6, 8, 9, 10, 16, 19, 21].

Система незнімної опалубки з полістиролбетону «**СИМПРОЛИТ**» складається з блоків, які укладаються на клей або насухо, і зв'язуються арматурою в вертикальному і горизонтальному напрямку з наступним заливанням пустот бетоном. Максимальна висота укладання бетонної суміші на добу не повинна перевищувати 0,8 метра або чотири блоки по висоті [9, 15].

Система каркасної незнімної опалубки з використанням **цементно-стружкових плит** [6, 8, 9, 17] являє собою каркас, основою якого є спеціальний металевий термопрофіль. Внутрішня частина опалубки обшивається цементно-стружковими плитами (ЦСП). Зовнішня частина представлена елементами незнімної опалубки з плит ЦСП або фасадною плитою з фібробетону, гіпсокартону (зі структурою природного каменю або цегли). Плита кріпиться до металевого каркаса саморізами. Армоване ядро стіни заповнюється монолітним пінополістиролбетон щільністю 300-400 кг / м<sup>3</sup> в кілька рядів панелей, за тією ж технологією заповнюється інші конструкції.

Сутність розроблених конструктивно-технологічних рішень по **патентах UA №115636 «Багатошарова стінна панель»**, **UA №115637 «Багатошарова огорожувальна стінова конструкція»**, **UA №123124 «Багатошарова стінна панель»**, **UA №123125 «Багатошарова стіна»** полягає у використанні незнімної опалубки з екструдованого пінополістиролу. Роботи починаються з в'язання

арматурних каркасів і монтажу незнімної опалубки в 3 етапи: до нижнього краю віконних прорізів; до перемичках віконних прорізів; до верху стіновий панелі. Незнімна опалубка має армуючі сітки на внутрішній і зовнішній поверхні, які в подальшому закриваються набризг-бетоном. З'єднується вона між собою горизонтальними стрижнями. Для фіксації першого ряду опалубки використовуються анкерні випуски з фундаменту. Заливка внутрішнього бетонного шару виконується також у три етапи з технологічними перервами в 6-8 годин [2, 10, 14, 21, 22].

До основних переваг використання незнімної опалубки відносяться: скорочення тривалості будівництва і витрат праці; немає необхідності в залученні важкої будівельної техніки; енергоефективність конструкції; матеріал має високий опір руйнівним біологічним і хімічним впливам; високі експлуатаційні характеристики будівель; велика свобода вибору архітектурно-планувальних рішень і конструктивних форм. Недоліки: необхідність в примусовій припливно-витяжній вентиляції, обов'язкове заземлення будівлі, складність торкретування при низьких температурах.

Незнімна опалубка широко застосовуються при зведенні несучих стін в житлових, виробничих, адміністративних та ін. будівлях до 5-ти поверхів.

В таблиці Д.1 показані оцінки даних рішень за різними критеріями в натурному і бальному вимірах.

Критеріями вибору конструктивно-технологічного рішення огорожувальних конструкцій служать показники, які найбільш повно і об'єктивно оцінюють його основні характеристики. Критерії вибору мають багаторівневий підхід, який передбачає вирішення численних завдань: технічних, технологічних, експлуатаційних, економічних і екологічних.

Інструментом для обробки оцінок багатокритеріального аналізу є «зведена діаграма», реалізована в програмі Microsoft Excel. Ці діаграми формуються за результатами розробки «зведеної таблиці» (табл. Д 2), за допомогою якої можна підсумувати, аналізувати, вивчати і узагальнювати дані.

На підставі пошуку актуальних відомостей про обрані технології і для прийняття ефективного рішення щодо вибору технології прийняті наступні найбільш значущі критерії оцінки:

Кількісні:

- товщина стін – підраховується, виходячи з товщини всіх шарів готової конструкції, мм;
- вага 1 м<sup>2</sup> стіни – підраховується, виходячи з ваги всіх шарів готової конструкції, кг;
- опір теплопередачі – підраховується на підставі вимог нормативних документів, м<sup>2</sup>·С/Вт;
- площа приміщень при зовнішніх розмірах будівель 10х10 м – підраховується, виходячи з товщини захисної конструкції, м<sup>2</sup>;
- вартість – підраховується, виходячи з конструктивного рішення, в програмному комплексі АВК-5, версія 3.3.1, грн/м<sup>2</sup>;
- довговічність – прийнята на підставі нормативних документів і літературних джерел, років;
- схильність до усадки – прийнята на підставі нормативних документів і літературних джерел, %.

Якісні:

- сезонність будівництва;
- стійкість до утворення цвілі, гниття і руйнування;
- доставка будматеріалів.

Спочатку наведемо загальну діаграму, яка згрупує значення кількісних критеріїв за всіма технологіями (рис. Д.2).

Таблиця Д.1 – Порівняння обраних технологій зведення огорожувальних конструкцій будівель і споруд

№ п/п	критерії оцінки технології зведення	Товщина стін, мм/в балах	Опір теплопередачі, м <sup>2</sup> ·С/Вт / в балах	Вага 1 м <sup>2</sup> стіни кг/в балах	Площа приміщення зовнішніх розмірах будівель 10х10 м, м <sup>2</sup> / в балах	Вартість, грн/м <sup>2</sup> / в балах	Довговічність, років / в балах	Схильність до усадки стін, % / мм/м	Сезонність будівництва	Стійкість до цвіль, гниття і руйнування	Доставка будматеріалів
1	2	3	4	5	6	7	9		10	11	12
1	Керамічна цегла з утеплювачем	530/10	3,0 / 10	603/10	80/9	2267/3	125/10	0/0	Тепла	стійка	Дорога
2	Керамічні поризовані блоки	470/7	3,3 / 10	467/7	82,3 / 9	2618/4	100/8	0/0	Тепла	стійка	Дорога
3	Вапняк з утеплювачем	530/10	3,1 / 9	642/10	80/9	2587/4	100/8	5/5	Тепла	Нестійка	Дорога
4	Газобетон	420/7	2,9 / 9	330/5	84,6 / 9	1840/3	100/8	2/2	Тепла	стійка	Середня
5	Оциліндровані колоди з утеплювачем	300/5	3,1 / 9	200/3	88,4 / 9	5065/7	50/4	10/10	Тепла	Необх. постійна обробка	Дорога
6	Клесний брус	250/4	3,2 / 10	130/2	90,2 / 10	7066/10	50/4	1/1	Тепла	Необх. постійна обробка	Дорога
7	ТІБЕ переставна модульна опалубка	400/6	2,8 / 8	420/7	84,6 / 9	1630/2	100/8	1/1	Будь-яка	стійка	Дешева

1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12
8	SIP-панелі	174/3	3,1 / 9	38/1	93,1 / 10	1546/2	30/2	Будь-яка	разова обробка	Дешева
9	Термодім, Легодом, Изодом	340/5	3,2 / 10	386/6	86,9 / 9	1817/3	100/8	Будь-яка	стійка	Дешева
10	Техноблок	350/5	3,3 / 10	465/7	86,5 / 9	2492/4	80/6	Будь-яка	разова обробка	Дешева
11	Plastbau	320/5	3,2 / 10	390/6	87,6 / 9	1876/3	100/8	Будь-яка	стійка	Дешева
12	СОТА, 3-D армована панель	250/4	3,2 / 10	300/5	90,2 / 10	2369/3	100/8	Будь-яка	стійка	Дешева
13	Полістирол-бетонні блоки	500/8	3,1 / 9	400/6	81/9	1615/2	100/8	Будь-яка	стійка	Дешева
14	Цементно-стружкові плити	640/10	3,0 / 9	560/9	76/8	3085/4	100/8	Будь-яка	стійка	Дешева
15	Патент UA №115636 «Багатошарова стінна панель»	290/5	3,1 / 9	385/6	88,7 / 10	1436/2	100/8	Будь-яка	стійка	Дешева
16	Патент UA №115637 «многослой-ва захищена стінова конструкція»	340/5	3,1 / 9	120/2	86,9 / 9	1807/3	100/8	Будь-яка	стійка	Дешева
17	Патент UA №123124 «Багатошарова стінова панель»,	290/5	3,1 / 9	385/6	88,7 / 10	1440/2	100/8	Будь-яка	стійка	Дешева
18	Патент UA №123125 «Багатошарова стіна»	340/5	3,1 / 9	120/2	86,9 / 9	1811/3	100/8	Будь-яка	стійка	Дешева

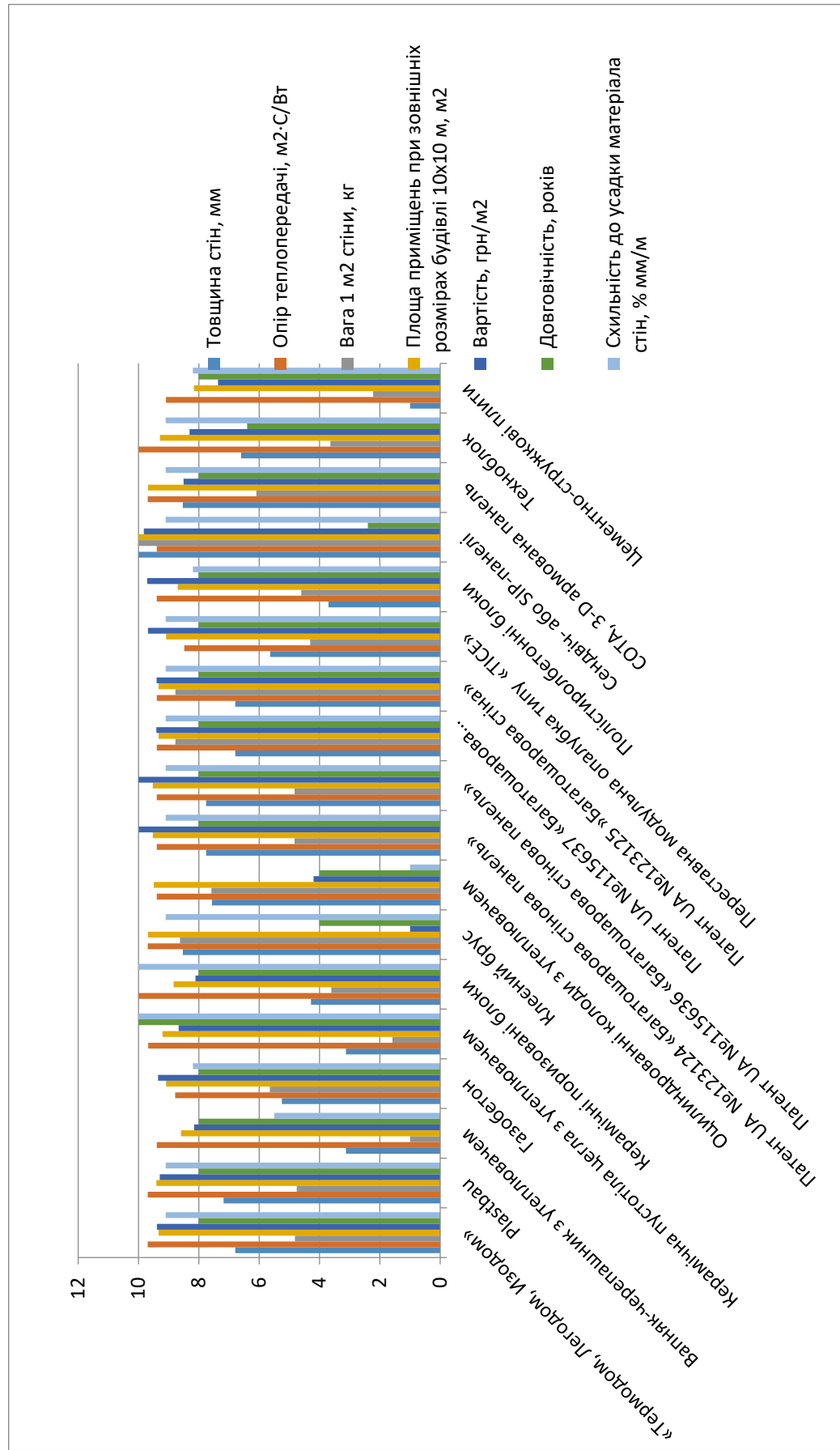


Рисунок Д.3 – Порівняння всіх конструктивно-технологічних рішень огорожувальних конструкцій за балами у зведених діаграмах

Аналізуючи таблицю Д.2 і зведену діаграму (рис. Д.3) розглянутих технологій зведення огорожувальних конструкцій, видно, що такий критерій, як опір теплопередачі за всіма технологіями задовольняє нормативному значенню, яке встановлено для II температурної зони  $= 2,8 R_{qmin} m^2 C/Вт$ , тому, в подальшому він не розглядається. Решта критеріїв є важливими при виборі конструктивно-технологічних рішень та використовуються для подальшого порівняння.

Розглядаючи обрані конструктивно-технологічні рішення в таблиці Д.2, найменш ефективними є:

- цементно-стружкові плити з товщиною стіни в 640 мм і вагою  $560 \text{ кг}/\text{м}^2$  стіни;
- керамічна цегла з товщиною в 530 мм і вагою  $603 \text{ кг}/\text{м}^2$ , має найкращі характеристики з довговічності і усадки;
- вапняк з товщиною 530 мм і вагою 642 кг, є не стійкий до вологи і веде за собою утворення цвілі, гниття і руйнування матеріалу.

Такий критерій, як вага матеріалів, впливає на подорожчання його доставки і необхідність в залученні важкої техніки для розвантаження на будівельному майданчику. Велика вага дає додаткове навантаження на фундамент, що в свою чергу, веде до подорожчання будівництва в цілому. Одним з важливих переваг сучасних будинків є значне збільшення корисної площі будинку за рахунок відсутнього зниження товщини несучих стін. Ця перевага особливо актуальна для приватної забудови, де вартість землі досить висока. Тому в подальшому конструктивні рішення 1, 3 і 14 (табл. Д.2) можна не враховувати.

Решту технологій приймаємо для подальшого аналізу за допомогою зведених діаграм.

Критерій довговічності є основним параметром будівель, які обумовлюють якість несучих конструктивних елементів – фундаменту і стін. Протягом всього терміну служби будівлі, вони піддають технічному обслуговуванню та ремонту.

Періодичність ремонтних робіт залежить від довговічності матеріалів, з яких виготовляються конструкції, впливу навколишнього середовища та інших факторів. Згрупуємо технології зведення будівель і споруд за якісним критерієм стійкості до утворення цвілі, гниття і руйнування і порівняємо їх технологічні показники за довговічністю (рис. Д.4), оцінені в балах.

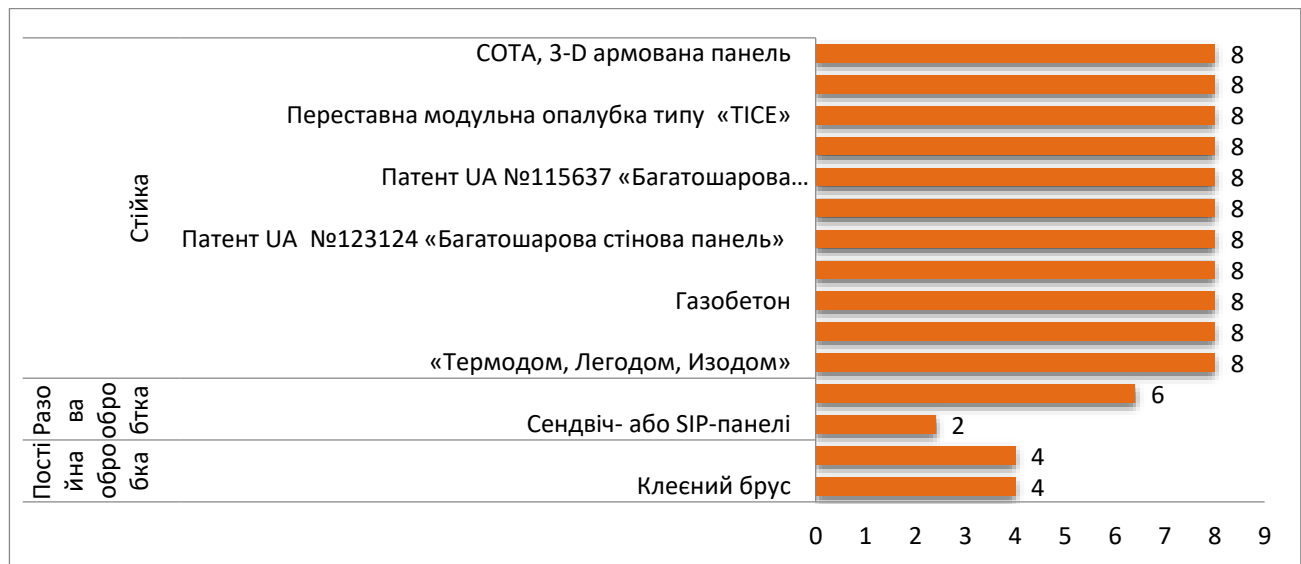


Рисунок Д.4 – Діаграма порівняння технологій зведення будівель за критерієм довговічності, згрупованих за критерієм стійкості до утворення цвілі гниття і руйнування

Діаграма порівняння технологій зведення будівель за критерієм довговічності на рис. Д.4 показує, що конструктивні рішення SIP-панелей мають найнижчі експлуатаційні якості. Довговічність таких конструкцій становить 30 років (табл. Д 2). Вартість 1м<sup>2</sup> таких огорожувальних конструкцій становить 1546 грн. Найбільш витратними як в економічному плані, так і в технологічному є конструктивні рішення стін з дерева, зокрема, оциліндрованих колод і клеєного бруса. Ці матеріали вимагають постійної обробки спеціальними розчинами. У зв'язку з цим термін служби низький і становить 50 років, у порівнянні, наприклад, з цеглою в 125 років. До того, вони є найдорожчими варіантами 5 065 грн/м<sup>2</sup> (оциліндрований брус) і 7066 грн/м<sup>2</sup> (клеєний брус), хоча ефективні в

плані товщини, ваги і корисною площи приміщень. Незнімна опалубка «Техноблок» має в якості внутрішнього конструктивного елементу вологостійку фанеру, яка за своїми фізичними властивостями, вимагає разової обробки матеріалу спеціальними розчинами, що знижує термін її служби. До того, вартість 1м<sup>2</sup> такої стіни складає 2492 грн., що, в порівнянні з іншими рішеннями, є вище середнього. Тому, конструктивні рішення 5, 6, 8 і 14 (табл. Д.2) надалі не враховуємо.

Згрупуємо технології зведення огорожувальних конструкцій, що залишилися, за критерієм витратності доставки будівельних матеріалів, а також ваги і товщини стіни, які в свою чергу впливають на вибір фундаментної основи (рис. Д.5)

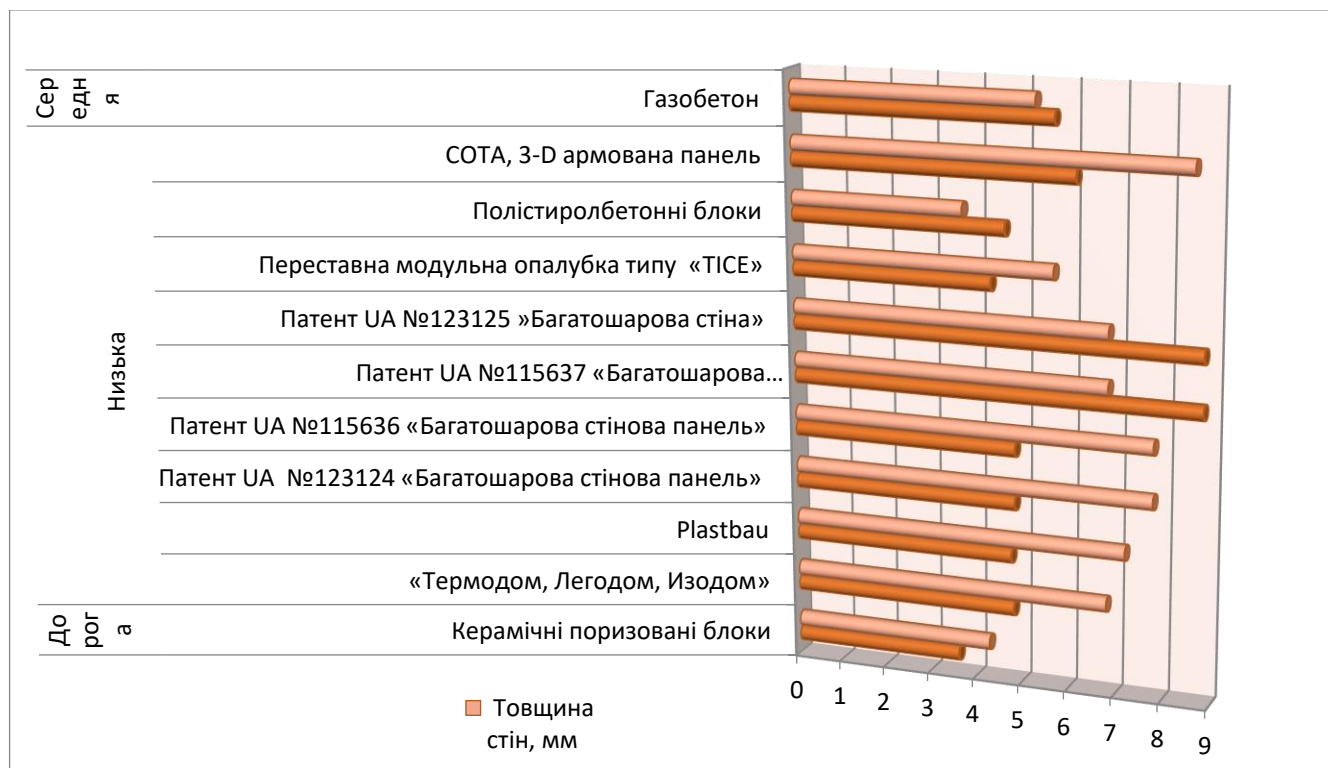


Рисунок Д.5 – Діаграма порівняння технології зведення будівель за критеріями ваги і товщини стіни, згрупованих за критерієм дорожнечі доставки будівельних матеріалів

Аналізуючи цю діаграму (рис. Д.5), видно, що керамічні поризовані блоки мають найвищі значення за всіма критеріями. Товщина таких стін дорівнює 470 мм і вагу 467 кг/м<sup>2</sup>. У зв'язку з тим, що матеріал має пористу структуру, він не витримує ударних навантажень. Міцність зберігається тільки в кладці, а при транспортуванні це є досить крихкий матеріал і він вимагає послуг професіоналів, що тягне за собою підвищену вартість доставки. Полістіролбетонні блоки також мають досить велику товщину готової стінової конструкції – 500 мм, хоча є досить легким будівельним матеріалом через залучені структури полістиролу. Але через це має низькі характеристики міцності. Надалі не враховуємо рішення 2 (табл. Д 2).

Згрупуємо технології зведення огорожувальних конструкцій за критерієм сезонності будівництва і схильності матеріалу до усадки (рис. Д.6), що відбивається на процесах виробництва і додаткових витратах.

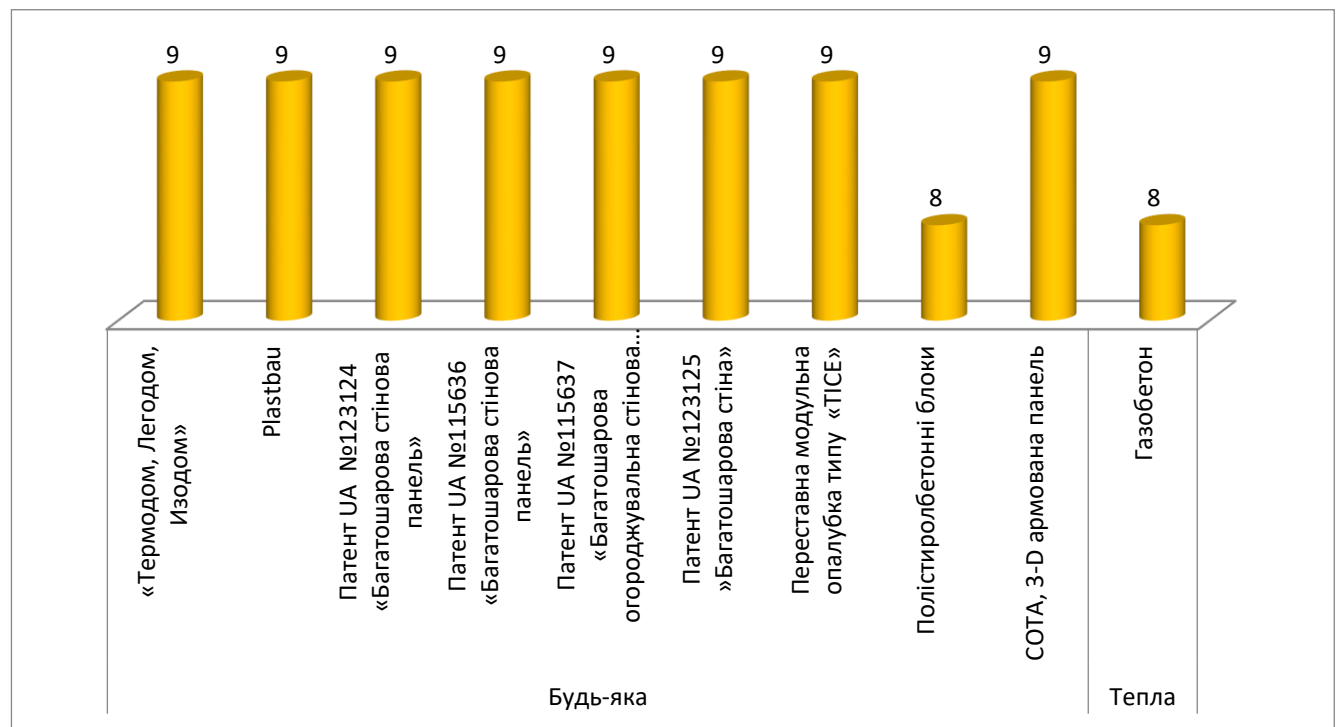


Рисунок Д.6 – Діаграма порівняння технології зведення будівель за критеріями і схильності матеріалу до усадки (%), згрупованих за критерієм сезонності будівництва

На діаграмі (рис. Д.6) видно, що їх усіх технологій, газобетон і полістиролбетон мають значення показника усадки в 2 рази вище. Це пояснюється випаровуванням води з пористої структури матеріалів, які спостерігаються при висиханні блоків, а також в результаті різкого впливу на конструкцію екстремумів температур. Вони висихають таким чином, що зовнішня їх частина звужується, а внутрішня залишається незмінною, сприяючи тим самим утворенню мікротріщин. Тому будівництво з газобетонних блоків рекомендується проводити в теплу пору року. З усіх технологій виключаємо 4 і 13 (табл. Д.2).

В ході розгляду і аналізу технологій, для подальшого порівняння залишилися багатошарові конструктивні рішення, зокрема з використанням незнімної опалубки. Вимоги сучасного ринку житла показують, що будівля з незнімної опалубки – це один з найбільш доступних видів будівництва індивідуального житла, яке відрізняється надійністю, економічністю і простотою зведення всієї конструкції. Адже будь-яка будівля, побудована методом незнімної опалубки, має підвищені енергозберігаючі характеристики (самі стіни грають роль утеплювача), і крім цього, значно знижується навантаження на фундамент (це дозволяє будувати будинки навіть на тих ґрунтах, на яких зведення цегляного будинку неможливо в принципі – на слабконесучих ґрунтах), скорочується час, вартість і трудомісткість на зведення.

Технології зведення будівель в незнімній опалубці типу «ТІБЕ», «Термодім», «Легодом», «Изодом», «Plastbau», «СОТА», 3-D армовані панелі, по патентах UA №115636 «Багатошарова стінна панель», UA №115637 «Багатошарова огорожувальна стінова конструкція», UA №123124 «Багатошарова стінова панель», UA №123125 «Багатошарова стіна» є аналогами за використаними матеріалами і основними експлуатаційними показниками при різних виробниках.

Так як основним з обраних критеріїв є вартість за 1 м<sup>2</sup> огорожувальної конструкції, то розглянемо решту рішень за даним критерієм (рис. Д.7).

Діаграма (рис. Д.7) показує, що найдорожчими рішеннями серед монолітних конструкцій в незнімній опалубці є «СОТА», по патентах UA №115637 «Багатошарова огорожувальна стінова конструкція», UA №123125 «Багатошарова стіна». Тому, виключаємо 12, 16 і 18 (табл. Д.2).

Для остаточного прийняття рішення щодо вибору оптимальної технології зведення будівель, вводимо вагові коефіцієнти критеріїв. Вони використовуються для встановлення важливості кожного з критеріїв. Важливість критерію визначається як сума добутків вагових коефіцієнтів критеріїв і оцінки цього критерію в балах, в результаті чого виходить інтегральна оцінка технології. При цьому сума вагових коефіцієнтів за всіма критеріями повинна дорівнювати одиниці. В результаті порівняння інтегральних оцінок робиться остаточний вибір ефективного рішення. Відібрані вище конструктивно-технологічні рішення представлені в табл. Д.3, критерії розраховані з урахуванням вагових коефіцієнтів.

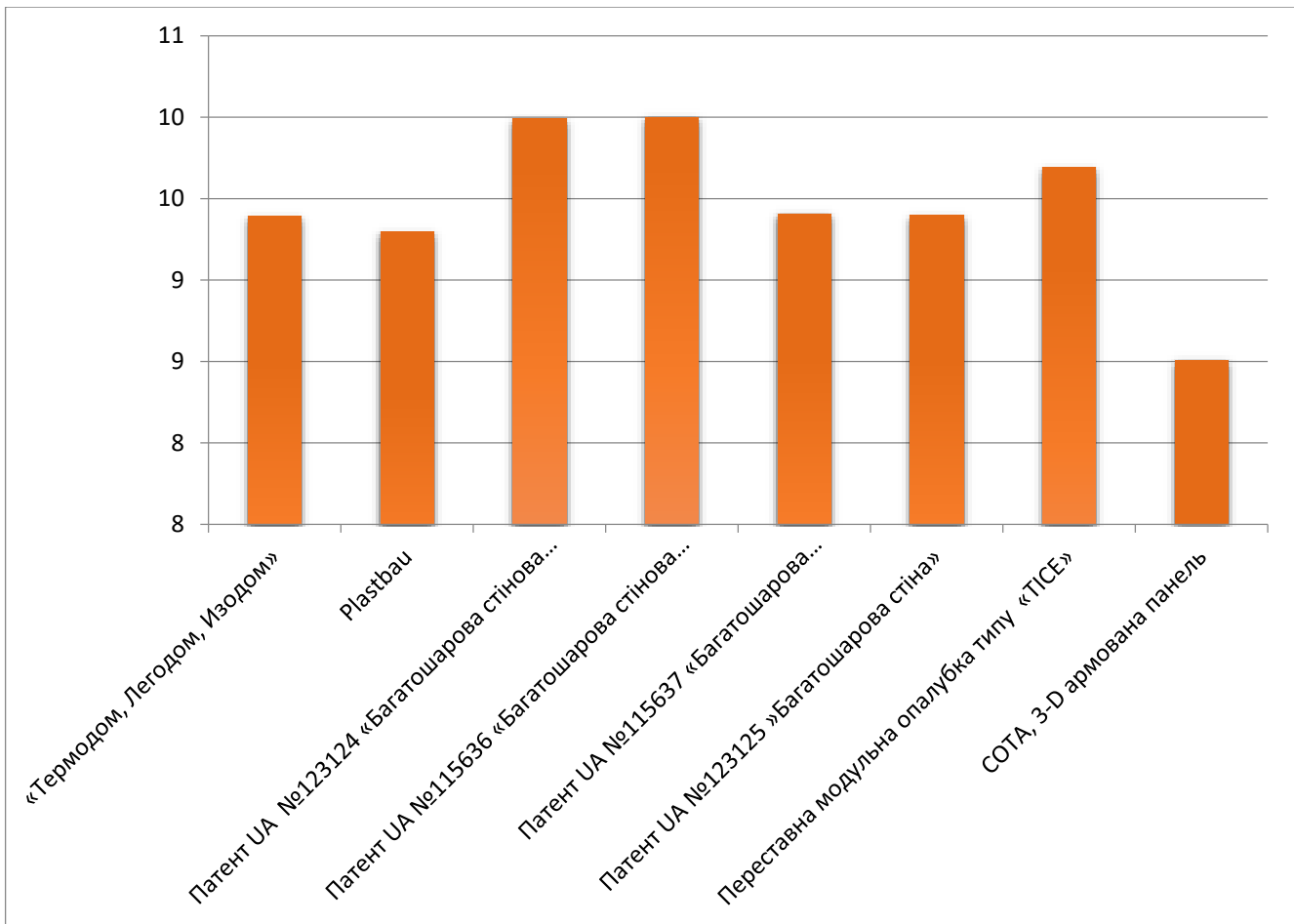


Рисунок Д.7 – Діаграма порівняння технології зведення огорожувальних конструкцій в незнімній опалубці за критерієм вартості (грн/м<sup>2</sup>)

Таблиця Д.3 – Порівняння технологій зведення огорожувальних конструкцій будівель з урахуванням вагових коефіцієнтів

п/п	Критерій/Технологія зведення	Товщина стін, мм	Опір теплопередачі, $\text{м}^2 \cdot \text{С} / \text{Вт}$	Вага 1 $\text{м}^2$ стіни, кг	Площа приміщень при зовнішніх розмірах будівель 10x10 м, $\text{м}^2$	Вартість, грн/ $\text{м}^2$	Довговічність, років	Усадка матеріала, %	Разом
	Ваговий коефіцієнт	0,1	0,05	0,2	0,15	0,2	0,2	0,1	1
1	ТІБЕ переставна модульна опалубка	6	8	7	9	2	8	1	5,85
	з урахуванням коефіцієнта	0,6	0,4	1,4	1,35	0,4	1,6	0,1	
2	Термодім, Легодом, Изодом	5	9	6	9	3	8	1	
	з урахуванням коефіцієнта	0,5	0,45	1,2	1,35	0,6	1,6	0,1	5,8
3	Plastbau	5	9	6	9	3	8	1	
	з урахуванням коефіцієнта	0,5	0,45	1,2	1,35	0,6	1,6	0,1	5,8
	патент UA №115636								
5	«Багатошарова стінова панель»,	5	9	6	10	2	8	1	
	з урахуванням коефіцієнта	0,5	0,45	1,2	1,5	0,4	1,6	0,1	5,75
	патент UA №123124								
6	«Багатошарова стінова панель»	5	9	6	10	2	8	1	
	з урахуванням коефіцієнта	0,5	0,45	1,2	1,5	0,4	1,6	0,1	5,75

Відзначимо, що при введенні вагового коефіцієнта критеріїв, мінімальне значення з урахуванням вагового коефіцієнта, технології за патентами UA №115636 «Багатошарова стінна панель», UA №123124 «Багатошарова стінна панель» мають найнезначніші вартісні витрати і переважаючі технічні характеристики (вага, товщина стіни). Отримані дані ще раз підтверджують популярність будівель, побудованих за технологією незнімної опалубки. Обрані технології відносяться до альтернативних рішень, які дозволяють зводити будинки швидше і дешевше, при цьому мінімізуючи трудовитрати і збільшуючи теплозберігаючий ефект.

За результатами порівняльного аналізу технологій зведення огорожувальних конструкцій найбільш ефективним для будівництва малоповерхових будівель є конструктивне рішення за патентом UA №123124 «Багатошарова стінна панель» з такими показниками: вартість зведення 1 м<sup>2</sup> огорожувальної конструкції за патентом складає 1436 грн. Товщина 390 мм і вага дорівнює 385 кг, що забезпечує корисну площу внутрішніх приміщень на 11% більше в порівнянні з цегляною стіною (603 кг і 530 мм) при розмірах будівлі 10x10 м і зменшенні ваги в 1,5 рази. Опір теплопередачі забезпечується нарівні 3,1 м<sup>2</sup>·С/Вт, що вище ніж нормативно встановлений 2,8 м<sup>2</sup>·С/Вт для II кліматичної зони. Також одна з переваг – це можливість будівництва в будь-який час року, із забезпеченням стійкості до вологості, цвілі і грибкових уражень стіни.

Приймаємо в якості найбільш раціонального рішення за патентом UA №123124 «Багатошарова стінна панель». Воно забезпечує не тільки теплотехнічні характеристики, але і вимоги протипожежних норм, за рахунок додаткових конструктивних елементів у вигляді вкладок з мінеральної вати, які представляють собою протипожежні відсічення. Такі елементи влаштовуються в рівні перекриттів, навколо віконних, дверних і інших прорізів. Тому забезпечується протипожежна безпека всієї конструкції.

## Список використаних джерел в додатку Д

1. Аракелян Г. Г. Современные технологии бетонирования конструкций под высоким давлением [Текст] / Г. Г. Аракелян, П. П. Олейник // Механизация строительства. - 2007. - N 12. - С. 20-23.
2. Бабиченко В. Я. Енергоефективні огорожувальні стінові монолітні конструкції будівель та споруд / В.Я. Бабиченко, С.В. Кирилюк, О.О. Піддубний, Л.А. Черепащук // Зб. наук. праць. – К.: ДП НДІБК, 2014. – Вип.80. – с. 37-41.
3. Большаков В.И. Эффективность производства и использования ячеистого бетона в современном строительстве / В. И. Большаков, В. А. Мартыненко, И. И. Куличенко, С. В. Бурейко // Сборник науч. труд. международной конф. "Перспективные задачи инженерной науки" / Под ред. В.И. Большакова. - Днепропетровск: ПГАСА, 2001. - с. 237-244.
4. Боровик Ф. І. Доступне житло та енергозберігаючі технології / Ф.І.Боровик, І.М.Сухорусов // Нові технології в будівництві. – 2010. – №1-2. – С.65-67.
5. Гусев Е. В. Современные аспекты анализа технологии строительства объекта / Е.В. Гусев, З.Р. Мухаметзянов, Д.Г. Аптыков // Вестник ЮУрГУ. - 2012. - № 17 - с.56-58.
6. Ефективні енергозберігаючі конструкції малоповерхових житлових будинків / О.П.Рабінська // Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. зб. – Київ, 2012. – Вип. 45, Ч. 2. – С.159-163.
7. Курбатов В.И. Повышение эффективности энергосбережения совершенствованием теплозащиты наружных стен зданий // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2004. №3. С. 46-47.
8. Макаридзе Г.Д. Технологические исследования возведения малоэтажных зданий в несъемной опалубке / Г.Д. Макаридзе. – Вестник гражданских инженеров, 2006. – № 4. – с.56-61.

9. Менейлюк А. И. Инновации в строительстве и реконструкции / А. И. Менейлюк, Т. М. Дубельт, И. А., Менейлюк, - К.: ТОВ НВП "Інтерсервіс", 2018. – 650 с.
10. Момот И. Материалы для энергосберегающего дома // Строительство и реконструкция. – 2006. – № 1- 2. – С.20 -25.
11. Зарубина Л. П. Теплоизоляция зданий и сооружений. Материалы и технологии. 2-е изд. – СПб. : БХВ – Петербург, 2012. – 416 с. : ил. – (Строительство и архитектура).
12. Керамические экологически чистые теплоэффективные стены - реальность современного строительства / Г. Д. Ашмарин [и др.] // Строительные материалы. – 2011. – №12. – С. 10-11.
13. Мельничук Н. В. Особливості будинків побудованих за SIP-технологією / Н.В.Мельничук // Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. зб.: у 2 ч. – Київ, 2011. – Вип.40, Ч.2. – С.39-44.
14. Менейлюк О. І. Нові технології зведення енергоефективних огорожувальних конструкцій / Менейлюк О.І., Черепашук Л.А., Федоренко П.П. Наук.-техн. журнал. Нові технології в будівництві. – НДІБВ, Київ. – 2017. №33. – с.50-55.
15. Рахманов В. А. Инновационная технология полистиролбетона с оптимальными свойствами / В. А. Рахманов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2011. – №9. – С. 37-41.
16. Рубашкина Т. И. Исследование эффективности современных утеплителей в многослойных ограждающих конструкциях зданий: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.23.08, "Технологія та організація промислового та цивільного будівництва" / Рубашкина Татьяна Ивановна – Чита, 2009. – 23 с.
17. Рязанова Г. Н. Совершенствование технологии возведения ограждающих конструкций из крупнопористого керамзитобетона в несъемной цементно-стружечной опалубке: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн.

- наук: спец. 05.23.08, "Технологія та організація промислового та цивільного будівництва" / Рязанова Галина Николаевна – Воронеж, 2008. – 18 с.
18. Санникова О.А. Малоэтажное строительство из легких тонкостенных конструкций / О.А. Санникова, Б.С. Юшков. – Экология и научно-технический прогресс. Урбанистика, 2013. – Т. 2. – с.374-382.
19. Система несъемной опалубки «Dobeles panelis». Электронный ресурс. Режим доступа до ресурсу: [http://tenapors.lv/uploads/Product/55/File/dobeles\\_panelis\\_metod\\_mat\\_1\\_nod.pdf](http://tenapors.lv/uploads/Product/55/File/dobeles_panelis_metod_mat_1_nod.pdf)
20. Токарь Б.З. Тепловая эффективность различных типов малоэтажных жилых зданий / Токарь Б.З., Вейцман Л.Г. // Жилищное строительство. - № 3. – 1986. – С. 15-16.
21. Турченко А. К. Особенности проектирования трёхслойных ограждающих конструкций / А. К. Турченко, С.И. Смирнов // Строительство уникальных зданий и сооружений. - 2014 - №10 (25), -с. 108-122
22. 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..
23. Energy conservation in new building construction Texas Energy Management, Series 200, oct. 1980, p.48.
24. 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.
25. Nizovtsev M.I., Sterlyagov A.N., Terekhov V.I. Concrete materials: properties, performance and applications. Effect of material humidity on heat and moisture-transfer processes in gas-concrete. M.: Nova science publishers. 2009. p. 397-429.

## **ДОДАТОК Е – Приклад вибору ефективного варіанту організаційно-технологічного рішення на основі чисельного експерименту**

Одним з варіантів виконання наукової частини випускної магістерської роботи за професійною програмою є «Вибір найбільш ефективного організаційно-технологічного рішення шляхом чисельного експерименту». Методика його підготовки викладена в цьому навчальному посібнику (див. підрозділ 3.4).

Нижче наведено приклад такого варіанту наукової роботи. Тема наукових досліджень: «Вибір найбільш ефективного організаційно-технологічного рішення зведення малоповерхових будівель». Мета: визначення зони ефективних будівельних рішень зведення малоповерхових будівель під дією організаційно-технологічних факторів.

Для досягнення поставленої мети вирішені наступні завдання:

1. Обрані найбільш значущі показники ефективності будівництва.
2. Обрані організаційно-технологічні чинники, які надають найбільший вплив на показники ефективності, і рівні їх варіювання.
3. На підставі обраних факторів прийнятий 25-точковий D-оптимальний план експерименту.
4. Розраховано 25 варіантів обсягів робіт, кошторисних розрахунків вартості будівництва і календарних графіків виконання робіт.
5. Отримано закономірності зміни показників ефективності, під дією організаційно-технологічних факторів.
6. Визначено зони ефективних будівельних рішень.

Вибір найбільш ефективного будівельного рішення на підставі інформаційних і графічних моделей будівельних процесів можливо зробити за допомогою експериментально-статистичного моделювання (ЕСМ) в програмі COMPEX. ЕСМ відображається сукупністю методів математичної статистики і теорії планування експериментів, використання яких дозволяє встановлювати

взаємозв'язок між показниками будь-якого процесу і факторами, що впливають на них. Дозволяє відшукати області факторного простору, що містять області оптимізації організаційно-технологічних рішень зведення малоповерхових будівель. Як об'єкт на курсове проектування обраний проект котеджу «Терція» в м Одеса (див. додаток Д).

**Об'єкт дослідження** – будівництво малоповерхових будівель.

**Предмет дослідження** – найбільш ефективне організаційно-технологічне рішення зведення малоповерхових будівель з енергоефективними огорожувальними конструкціями.

### **Е.1 Методика проведення експериментальних досліджень**

Однією з основних частин експериментальних досліджень є побудова і розрахунок експериментально-статистичних моделей будівельних процесів, що відображають залежності показників ефективності технології від організаційно-технологічних факторів, що досліджуються. Побудова і розрахунок проводиться за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення COMPEX. Під експериментально-статистичними моделями у цій методиці маються на увазі математичні моделі, отримані на підставі статистичної обробки результатів побудови організаційно-технологічних моделей у вигляді кошторисних розрахунків і календарних графіків виконання робіт, відповідно до плану чисельного експерименту.

Методика розглядає будівельне виробництво у вигляді системи, на яку можна впливати за допомогою зміни вхідних параметрів і фіксувати вихідні. Тому, для побудови моделей будівельних процесів зведення малоповерхового будівлі з енергоефективними огорожувальними конструкціями необхідно визначити значимі показники ефективності технології та фактори, які найбільше впливають на них, при зміні рівнів їх варіювання.

Чисельний експеримент по визначенню залежностей між обраними показниками і факторами виконується з використанням математичної теорії

планування експерименту, який є основою теорії експериментально-статистичного моделювання. Фактори варіюються в діапазоні від -1 до +1. Кожен фактор має мінімальне, середнє і максимальне значення. Вибір факторів зроблений з урахуванням того, щоб за отриманими результатами можна було вибрати оптимальну модель будівництва.

Планування експерименту – це процедура вибору числа і умов проведення дослідів, необхідних і достатніх для вирішення поставленого завдання з необхідною точністю. Воно безпосередньо пов'язане з розробкою і дослідженням математичної моделі об'єкта дослідження.

Експеримент в роботі є багатофакторним і пов'язаний з оптимізацією організаційно-технологічних факторів і пошуку оптимальних умов проведення технологічних процесів. Основна мета планування – досягнення максимальної точності вимірювань при мінімальній кількості проведених дослідів і збереженні статистичної достовірності результатів. Особливість планування експерименту полягає в варіюванні всіх обраних факторів в кожному досвіді за певним законом, в результаті чого отримуємо математичну модель.

Математичні методи моделювання припускають формалізацію показників оптимізації, а також факторів, що впливають на розглянуті показники. Кожна модель – це функція, яка показує, як змінюється досліджуваний показник (Y) при зміні відповідних факторів ( $X_i$ ). Форма моделі – поліном (відрізок Тейлора), в який розкладається невідома дослідникам функція, яка існує в межах  $YX_i^{\min} \leq X_i \leq X_i^{\max}$  k-факторів  $X_i = (X_1, \dots, X_k)$  і вихід (показник – Y), які представлені у вигляді загальної поліноміальної експериментально-статистичної моделі.

Експериментально-статистична модель являє собою математичну залежність у вигляді формули (E.1):

$$\begin{aligned}
 Y_n = & b_0 + b_1X_1 + b_{11}X_{12} + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{14}X_1X_4 \\
 & + b_{22}X_2 + b_{22}X_{22} + b_{23}X_2X_3 + b_{24}X_2X_4 \\
 & + b_3X_3 + b_{33}X_{32} + b_{34}X_3X_4 \\
 & + b_4X_4 + b_{44}X_{42} .
 \end{aligned}
 \tag{E.1}$$

На підставі обраних факторів розробляється план експерименту. Експеримент може проводитися за 25-ти точковим D-оптимальним планом. Відповідно до теорії планування експерименту, 25-ти точковий D-оптимальний план забезпечує отримання адекватних результатів при значно меншій, в порівнянні з повнофакторним планом, кількості експериментів. Фактори експерименту і рівні їхнього варіювання в кодованих і натурних значеннях представляються в табличній формі.

Перехід до кодованих змінних, тобто приведення факторів до єдиної шкали, виконаний за типовою формулою E.2:

$$X_i = \frac{X_i - \frac{X_{i \max} + X_{i \min}}{2}}{\frac{X_{i \max} - X_{i \min}}{2}}, \quad (E.2)$$

де  $X_i$  – значення рівня і-го фактора в кодованому вигляді;

$X_i$  – прийняте значення рівня і-го фактора в натурному вигляді;

$X_{i \max}$  – максимальне значення рівня і-го фактора в натурному вигляді;

$X_{i \min}$  – мінімальне значення рівня і-го фактора в натурному вигляді.

Побудова і аналіз експериментально-статистичних моделей виконується за стандартними методиками із застосуванням програми COMPEX. Дана програма розроблена в Одеській державній академії будівництва та архітектури на кафедрі процесів і апаратів в технології будівельних матеріалів під керівництвом професора В. А. Вознесенського.

Розрахунок експериментально-статистичних моделей приймається з помилкою експерименту 5% від середнього значення виходу. Так як отримані коефіцієнти є статистичними оцінками, вони вимагають перевірки їх відмінності від нуля. Така перевірка проводилася при двосторонньому рівні ризику в 10%, односторонній рівень дорівнює 5%. Після розрахунку в програмі COMPEX моделі перевіряються на адекватність за критерієм Фішера ( $\alpha = 0,1$ ). Якщо цей

критерій менше критичного для заданого ризику з урахуванням отриманого числа ступенів свободи, тобто  $F < F_{кр}(\alpha, f_{на}, f_{э})$ , то модель приймається для інженерних рішень і аналізу.

Аналіз отриманих результатів чисельного експерименту полягає: у визначенні принципів зміни і оцінки впливу організаційно-технологічних факторів на показники ефективності технології зведення; пошуку областей факторного простору, що містять області оптимізації організаційно-технологічних рішень зведення будівель.

Графічна візуалізація моделей представлена у вигляді однофакторних діаграм. На підставі отриманих діаграм робиться стислий висновок про вплив факторів, які варіюються, на показник ефективності. На наступному етапі будуються діаграми у вигляді «квадрат на квадраті», які відображають вплив чотирьох факторів на показники ефективності технології. Незалежні фактори  $X_1$  і  $X_2$  формують несучий квадрат, в 9 вузлових точках якого розташовані квадрати, утворені факторами  $X_3, X_4$ .

Обробка результатів експерименту проводилася за допомогою комп'ютерних програм в графічних редакторах. Зокрема, для редагування рисунків і графіків Paint.net, AutoCAD2018.

## **Е.2 Отримання закономірностей за результатами досліджень**

Результати визначення закономірностей зміни показників ефективності будівництва під дією організаційно-технологічних факторів і зони ефективних організаційно-технологічних рішень зведення малоповерхових будівель представлені далі.

Найбільш значущим показником ефективності обраної технології приймалася:

- $P$  – тривалість будівництва.

До основних факторів, що робить найбільший вплив на показники ефективності, відносяться:

- $X_1$  – коефіцієнт використання робочого часу;
- $X_2$  – суцільність опалубки;
- $X_3$  – кількість технологічних рівнів;
- $X_4$  – висота технологічного ярусу.

Вибрані організаційно-технологічні чинники, їх рівень варіювання і чисельні характеристики представлені в таблиці Е.1.

Таблиця Е.1 – Фактори і рівні їхнього варіювання

Рівні варіювання	фактори			
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$
	Коефіцієнт використання робочого часу	суцільність опалубки, %	Кількість технологічних рівнів	Висота технологічного ярусу, м
-1	0,24	18	1	2,5
0	0,5	50	2	3,0
+1	0,75	82	3	3,5

Далі подаються результати експериментальних досліджень технології зведення малоповерхових будівель. Згідно з прийнятим планом чисельного експерименту (табл. Е.2) зведення малоповерхової будівлі за проектом «Терція» площею в плані 130 м<sup>2</sup> розраховано 25 варіантів обсягів робіт. Далі розробляються моделі будівельних процесів зведення малоповерхової будівлі з енергоефективними огорожувальними конструкціями на підставі переліку і обсягів робіт, згідно розробленого плану експерименту. Моделювання будівельних процесів проводиться в 2 етапи. На першому – в вигляді розробки кошторисних розрахунків, на другому – побудова графіків виконання робіт на підставі отриманих трудовитрат з кошторисів. У процесі експериментальних досліджень були отримані дані по вартості і трудомісткості будівельних процесів для кожного дослідження, за допомогою комп'ютерної програми АВК-5, версія 3.3.1, у вигляді економічної моделі. Отримані дані по трудовитратах з кошторисних розрахунків імпортувалися в програму Microsoft Project.

На підставі обраних факторів прийнятий наступний план експерименту (табл. Е.2).

Для побудови графіків використовується програма Microsoft Project, функції якої дозволяють наочно представляти розвиток будівельного процесу в часі за рахунок призначення будівельних робіт початку і закінчення їхньої реалізації, ув'язки і суміщення технологічних операцій. Для побудови таких видів моделей використовуються отримані інформаційні дані при моделюванні будівництва в програмному комплексі АВК-5. У нормативній базі програми міститься склад операцій конкретного будівельного процесу, середній розряд робітників будівельних спеціальностей, машин, механізмів та інструменту, необхідних для зведення даної будівельної конструкції. Планування в Microsoft Project є графічною моделлю реалізації послідовності робіт. Для представлення моделей використовуються мережеві діаграми, описують послідовність реалізації робіт із зазначенням їх тривалості. Іншими словами, етапи проведення робіт і їхню графічну інтерпретацію у вигляді мережевих моделей. Вони показують критичний шлях, що відображає загальні часові витрати на розглянутому етапі планування. Приклад моделі в Microsoft Project представлений на рис. Е. 1.

Результати експериментально-статистичного моделювання наведені в таблиці Е.3.

Таблиця Е.2 – План експерименту

№ точки	Кодовані фактори				Натурні фактори			
	X <sub>1</sub> Коef. використання робочого часу	X <sub>2</sub> суцільність опалубки	X <sub>3</sub> Кількість технологічних рівнів	X <sub>4</sub> Висота технологічного ярусу	X <sub>1</sub> Коef. використання робочого часу	X <sub>2</sub> суцільність опалубки	X <sub>3</sub> Кількість технологічних рівнів	X <sub>4</sub> Висота технологічного ярусу
1	1	1	1	1	0,75	82	3	3,5
2	1	1	1	-1	0,75	82	3	2,5
3	1	1	-1	1	0,75	82	1	3,5
4	1	1	-1	-1	0,75	82	1	2,5
5	1	-1	1	1	0,75	18	3	3,5
6	1	-1	1	-1	0,75	18	3	2,5
7	1	-1	-1	1	0,75	18	1	3,5
8	1	-1	-1	-1	0,75	18	1	2,5
9	-1	1	1	1	0,24	82	3	3,5
10	-1	1	1	-1	0,24	82	3	2,5
11	-1	1	-1	1	0,24	82	1	3,5
12	-1	1	-1	-1	0,24	82	1	2,5
13	-1	-1	1	1	0,24	18	3	3,5
14	-1	-1	1	-1	0,24	18	3	2,5
15	-1	-1	-1	1	0,24	18	1	3,5
16	-1	-1	-1	-1	0,24	18	1	2,5
17	1	0	0	0	0,75	50	2	3,0
18	-1	0	0	0	0,24	50	2	3,0
19	0,02	1	0	0	0,5	82	2	3,0
20	0,02	-1	0	0	0,5	18	2	3,0
21	0,02	0	1	0	0,5	50	3	3,0
22	0,02	0	0	1	0,5	50	2	3,5
23	0,02	0	-1	0	0,5	50	1	3,0
24	0,02	0	0	-1	0,5	50	2	2,5
25	0,02	0	0	0	0,5	50	2	3,0



Таблиця Е.3 – Результати експериментально-статистичного моделювання

№ точки	Кодовані фактори				Натурні чинники				Показники
	X <sub>1</sub> Коэф. використання часу	X <sub>2</sub> Суцільність опалубки, %	X <sub>3</sub> Кількість технологічних рівнів	X <sub>4</sub> Висота технологічного ярусу, м	X <sub>1</sub> Коэф. використання часу	X <sub>2</sub> Суцільність опалубки, %	X <sub>3</sub> Кількість технологічних рівнів	X <sub>4</sub> Висота технологічного ярусу, м	
1	1	1	1	1	0,75	82	3	3,5	Тривалість будівництва, днів/100 м <sup>2</sup>
2	1	1	1	-1	0,75	82	3	2,5	
3	1	1	-1	1	0,75	82	1	3,5	
4	1	1	-1	-1	0,75	82	1	2,5	
5	1	-1	1	1	0,75	18	3	3,5	
6	1	-1	1	-1	0,75	18	3	2,5	
7	1	-1	-1	1	0,75	18	1	3,5	
8	1	-1	-1	-1	0,75	18	1	2,5	
9	-1	1	1	1	0,24	82	3	3,5	123
10	-1	1	1	-1	0,24	82	3	2,5	115
11	-1	1	-1	1	0,24	82	1	3,5	85
12	-1	1	-1	-1	0,24	82	1	2,5	82
13	-1	-1	1	1	0,24	18	3	3,5	110
14	-1	-1	1	-1	0,24	18	3	2,5	111
15	-1	-1	-1	1	0,24	18	1	3,5	83
16	-1	-1	-1	-1	0,24	18	1	2,5	78
17	1	0	0	0	0,75	50	2	3,0	47
18	-1	0	0	0	0,24	50	2	3,0	91
19	0,02	1	0	0	0,5	82	2	3,0	66
20	0,02	-1	0	0	0,5	18	2	3,0	64
21	0,02	0	1	0	0,5	50	3	3,0	87
22	0,02	0	0	1	0,5	50	2	3,5	67
23	0,02	0	-1	0	0,5	50	1	3,0	58
24	0,02	0	0	-1	0,5	50	2	2,5	63
25	0,02	0	0	0	0,5	50	2	3,0	65

### Е.3 Вплив факторів, що досліджуються, на тривалість будівництва

Результати дослідження дозволяють визначити тривалість будівництва при різних значеннях організаційних режимів будівництва і технологічних параметрів зведення будівлі. Вплив коефіцієнта використання робочого часу, суцільності опалубки, кількості і висоти технологічних рівнів на тривалість будівництва представлено у вигляді математичної моделі (Е.3):

$$\begin{aligned} P = & 65,119 - 22,556 x_1 + 3,584 x_1^2 - 1x_1x_2 - 2,875 x_1x_3 + 0 x_1x_4 \\ & + 1,778 x_2 + 0 x_2^2 + 0,875 x_2x_3 + 0,5 x_2x_4 \\ & + 13,611 x_3 + 7,084 x_3^2 + 0 x_3x_4 \\ & + 1,667 x_4 + 0x_4^2 \end{aligned} \quad (E.3)$$

Проаналізувавши отриману аналітичну залежність, можна відзначити, що найбільший вплив на показник тривалості має організаційний фактор  $X_1$  (коефіцієнт використання робочого часу) з коефіцієнтом 22,556 при нормальному його значенні, 3,584 при квадратичному, при поєднанні з фактором  $X_2$  (суцільність опалубки) коефіцієнт дорівнює 1 і 2,875 при поєднанні з  $X_3$  (кількість технологічних рівнів), а в поєднанні з фактором  $X_4$  (висота технологічного ярусу) впливу не має через невеликі зміни обсягів робіт і витрат праці при варіюванні даного фактора. Слід зазначити знак коефіцієнта. Відмінний знак показує, що зміна цього фактора обернено пропорційна до зміни показника тривалості. Тобто, чим більше фактор  $X_1$  (коефіцієнт використання робочого часу) в межах діапазону варіюваних значень, тим менше тривалість будівництва. Інші фактори мають позитивний знак коефіцієнтів і показують, що при зміні в більшу сторону відповідно збільшується і тривалість. Наступним фактором, який суттєво впливає на показник, є  $X_3$  (кількість технологічних рівнів) з коефіцієнтом 13,611 при нормальному його впливі і 7,084 при квадратичному, при поєднанні з фактором  $X_4$  (висота технологічного ярусу)

впливу немає. Коефіцієнти факторів  $X_2$  (суцільності опалубки) і  $X_4$  (висота технологічного ярусу) при нормальному впливі мають практично однакові значення, 1,778 і 1,667 відповідно. Але, слід звернути увагу, що фактор  $X_2$  (суцільності опалубки) має вплив більшою мірою, так як присутні коефіцієнти в поєднанні з фактором  $X_3$  (кількість технологічних рівнів) 0,875 і 0,5 в поєднанні з фактором  $X_4$  (висота технологічного ярусу). Коефіцієнти факторів  $X_2$  (суцільності опалубки) і  $X_4$  (висота технологічного ярусу) при нормальному впливі мають практично однакові значення, 1,778 і 1,667 відповідно. Але, слід звернути увагу, що фактор  $X_2$  (суцільності опалубки) має вплив більшою мірою, так як присутні коефіцієнти в поєднанні з фактором  $X_3$  (кількість технологічних рівнів) 0,875 і 0,5 в поєднанні з фактором  $X_4$  (висота технологічного ярусу). Коефіцієнти факторів  $X_2$  (суцільності опалубки) і  $X_4$  (висота технологічного ярусу) при нормальному впливі мають практично однакові значення, 1,778 і 1,667 відповідно. Але, слід звернути увагу, що фактор  $X_2$  (суцільності опалубки) має вплив більшою мірою, так як присутні коефіцієнти в поєднанні з фактором  $X_3$  (кількість технологічних рівнів) 0,875 і 0,5 в поєднанні з фактором  $X_4$  (висота технологічного ярусу).

Вплив кожного з факторів на тривалість будівництва в зоні їх екстремальних значень показано на рис. Е.2.



Рисунок Е.2 – Однофакторна діаграма в зонах мінімуму і максимуму для тривалості будівництва

В даному дослідженні тривалість будівництва найбільш істотно залежить від коефіцієнта використання робочого часу ( $X_1$ ) в зоні максимуму і мінімуму – ранг впливу цього фактора максимальний і дорівнює 100%. Вплив фактора  $X_1$  має параболічний характер. Коефіцієнт робочого часу відноситься до організаційного фактору, тому в зоні максимальних і мінімальних значень тривалість будівництва зменшується з однаковою інтенсивністю. У зоні максимуму при зміні фактора  $X_1$  від -1 (тривалості робочого часу в зміну 8 і робочих днів на тиждень 5) до 0 (тривалості робочого часу в зміну 12 і робочих днів на тиждень 7) тривалість будівництва знижується від 122 днів до 90, що становить 35% і на 43% від 83 до 53 днів в зоні мінімуму. А при зміні від 0 (тривалості робочого часу в зміну 12 і робочих днів на тиждень 7) до +1 (кількість змін 2 по 9 робочих годин і 7 робочих днів в тиждень) тривалість знижується на 30%, тобто з 90 днів до 69 в зоні максимуму і з 58 до 40 днів, що є 45% в зоні мінімуму. Як видно, характер впливу фактора  $X_1$  явно виражений і має обернено пропорційну залежність, тобто при збільшенні значень фактора значення показника тривалості зменшується. Істотно впливає на підвищення тривалості

будівництва фактор  $X_3$  – кількість технологічних рівнів, через збільшення обсягів робіт. Рівень його впливу в зоні максимуму і мінімуму 65% і 55% відповідно, і характер впливу має параболічний характер. Діаграма показує, що в зоні мінімуму і максимуму при зміні від -1 (1 ярус) до 0 (2 яруси) тривалість зростає лише на 13%. Значення показника змінюються близько 10 днів в бік збільшення – від 87 до 98 днів і від 45 до 45 днів. При зміні від 0 (2 рівня) до +1 (3 рівня) тривалість зростає з більшою інтенсивністю, 42% значення тривалості змінюється від 45 до 64 днів в зоні мінімальних значень, а при максимальних значеннях тривалість зростає на 23% – від 98 днів до 121. Тривалість будівництва зростає в тому випадку, коли, відповідно, кількість технологічних ярусів збільшується від -1 до +1 (з 1 до 3 рівнів), тобто вплив фактора має прямолінійний характер. Вплив фактора  $X_2$  наступний – значення показника змінюються близько 10 днів в бік збільшення – від 87 до 98 днів і від 45 до 45 днів. При зміні від 0 (2 рівня) до +1 (3 рівня) тривалість зростає з більшою інтенсивністю, 42% значення тривалості змінюється від 45 до 64 днів в зоні мінімальних значень, а при максимальних значеннях тривалість зростає на 23% – від 98 днів до 121. Тривалість будівництва зростає в тому випадку, коли, відповідно, кількість технологічних ярусів збільшується від -1 до +1 (з 1 до 3 рівнів), тобто вплив фактора має прямолінійний характер. Вплив фактора  $X_2$  наступний – значення показника змінюються близько 10 днів в бік збільшення – від 87 до 98 днів і від 45 до 45 днів. При зміні від 0 (2 рівня) до +1 (3 рівня) тривалість зростає з більшою інтенсивністю, 42% значення тривалості змінюється від 45 до 64 днів в зоні мінімальних значень, а при максимальних значеннях тривалість зростає на 23% – від 98 днів до 121. Тривалість будівництва зростає в тому випадку, коли, відповідно, кількість технологічних ярусів збільшується від -1 до +1 (з 1 до 3 рівнів), тобто вплив фактора має прямолінійний характер. При максимальних значеннях фактора  $X_2$  тривалість зростає на 23% – від 98 днів до 121. Тривалість будівництва зростає в тому випадку, коли, відповідно, кількість технологічних ярусів збільшується від -1 до

+1 (з 1 до 3 рівнів), тобто вплив фактора має прямолінійний характер. Суцільність опалубки практично не впливає на тривалість. Ступінь його впливу щодо ступеня впливу фактора ( $X_1$ ) коефіцієнта використання робочого часу – 15% в зоні максимуму і 1% в зоні мінімуму. Тобто, поведінка фактора не однозначна. При зміні суцільності опалубки  $X_2$  від -1 (18%) до +1 (82%) тривалість будівництва в зоні мінімальних значень не змінюється. А ось при зміні суцільності опалубки від -1 (18%) до 0 (50%) в зоні максимальних значень тривалість збільшується на 15%, тобто від 103 днів до 118, при зміні суцільності опалубки від 0 (50%) до +1 (82%) тривалість змінюється в більшу сторону всього лише на 3% – від 118 днів до 121. Характер вплив фактора  $X_4$  висота технологічного ярусу є близьким за характером до впливу фактора  $X_2$  – суцільності опалубки, але носить інші чисельні значення і становить 7% і 10% в зонах максимуму і мінімуму відповідно. Тим більше, що обидва чинники мають прямолінійну залежність. Зміна фактора від -1 (2,5 м) до 0 (3 м) і від 0 (3 м) до +1 (3,5 м) впливає на збільшення тривалості від 40 до 43 днів і від 43 до 45 днів, що становить 5%, даний фактор характеризується незначним збільшенням обсягів робіт. Із зазначеного вище випливає, що для зменшення тривалості будівництва необхідно більшою мірою звернути увагу на організацію трудових процесів на будівельному майданчику.

На рис. Е.3 показана діаграма «квадрат на квадраті», яка відображає вплив  $X_1$  (коефіцієнта використання робочого часу),  $X_2$  (суцільності опалубки),  $X_3$  (кількості технологічних рівнів),  $X_4$  (висоти технологічного ярусу) на тривалість будівництва.

Для початку визначимо кордон ефективності показника тривалості будівництва.

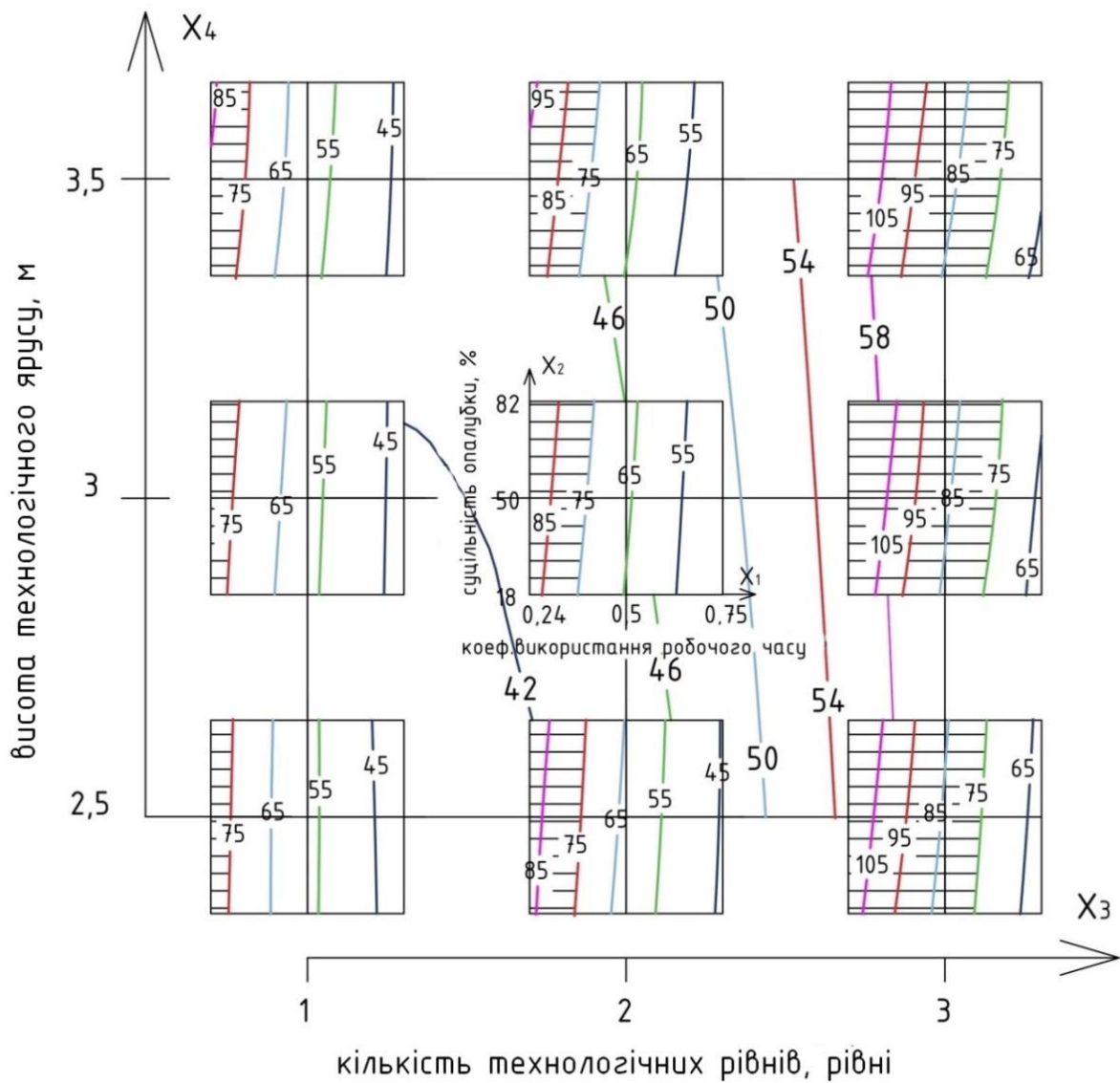


Рисунок Е.3 – Діаграма типу «квадрат на квадраті», яка відображає вплив 4 факторів на тривалість будівництва.

Тривалість будівництва в даному дослідженні визначалася на підставі обсягів робіт і трудомісткості з кошторисних розрахунків, за допомогою програми Microsoft Project. ДСТУ Б А.3.1-22 2013 «Визначення тривалості будівництва об'єктів» визначає Додатком А «Усереднені показники тривалості будівництва окремих видів об'єктів не виробничого призначення і лінійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури» та регламентує показник тривалості будівництва для будинків садибного типу 200 м<sup>2</sup> загальної площі

будинку на рівні 5 місяців. Отримані з розрахунку оптимальні терміни за тривалістю і встановлені в якості нормативу можуть відрізнятися за своєю тривалістю. Якщо відрізняється в меншу сторону, то така доцільна реалізація може істотно впливати на показник ефективності будівельного виробництва. Так, згідно з п.4.2.21 нормативу, якщо значення характеристики об'єкта, тривалість будівництва якого визначають, відрізняється від наведеного в Додатку А, усереднений показник тривалості будівництва такого об'єкта визначають інтерполяцією або екстраполяцією згідно з додатком В. На кожен відсоток зміни значення характеристики об'єкта, який будуватиметься, тривалість будівництва змінюється на 0,3%. Таким чином:

- Зменшення загальної площі становить:  $((200 - 100) / 200) \times 100\% = 50\%$ .
- Зменшення тривалості будівництва складе  $50\% \times 0,3 = 15\%$ ,
- Тривалість будівництва складе:  $5 \text{ міс} - 0,15 \times 5 = 5 - 0,75 = 4,25 \text{ міс}$ .

Якщо порівняти з отриманими даними в Microsoft Project, де будівництво будівлі в  $100 \text{ м}^2$  в плані, за запропонованою технологією, при стандартному 40-годинному робочому тижні становить 85 днів, що дорівнює 4,25 міс. Тобто, отримані дані є абсолютно адекватними і відповідають нормативним вимогам. Так як організаційні умови і технологічні характеристики будівництва змінюються ( $X_1$  – коефіцієнт використання робочого часу варіюється від 0,24 до 0,75;  $X_3$  – кількість технологічних рівнів від 1 до 3), відповідно і тривалість теж, то приймаємо межу ефективності на рівні середнього значення 75 днів.

Діаграма показує, що організаційно-технологічні рішення є досить доцільними, оскільки кожна зона має область ефективності, тобто не виходить за межу в 75 днів. Екстремумами показника тривалості будівництва є 40 днів і 125 днів. Мінімальних значень показника тривалості в 40 днів можливо досягти тільки при наступному умовах поєднанні факторів:  $X_1$  в межах максимальних значень 0,75;  $X_2$  при будь-яких значеннях фактора від 18% до 82%, тобто суцільність опалубки практично не впливає на тривалість;  $X_3$  (кількість

технологічних рівнів) рівний 1 і  $X_4$  висота технологічного ярусу дорівнює від 2,5 до 3,5 м. З цього випливає, що при найбільшому коефіцієнті використання робочого часу 0,75 (робота в 2 зміни по 9 годин 7 днів на тиждень), можливо побудувати будинок з будь-якими технологічними характеристиками (в межах обраних рівнів варіювання – 1, 2, 3 рівня) не перевищуючи нормативних термінів будівництва для будинків площею 100 м<sup>2</sup>. Максимальне значення тривалості перебуває в межах 125 днів, що характеризується найменшим коефіцієнтом використання робочого часу  $X_1 = 0,24$  (робота в 1 зміну по 8 годин 5 днів на тиждень), найбільшою кількістю технологічних рівнів  $X_3 = 3$ , при висоті технологічного ярусу  $X_4$  від 2,5 до 3,5 м і найменшій суцільності опалубки  $X_2 = 18\%$ . Тобто, збільшення трудомісткості залежить від суцільності опалубки, оскільки із зменшенням його збільшується обсяг робіт з влаштування стін, який складається з таких основних технологічних процесів: установка арматури, влаштування незнімної опалубки, заливка бетоном. Однакової тривалості будівництва, можливо, досягти при поєднанні абсолютно різних організаційно-технологічних факторів. Наприклад, тривалість будівництва в 65 днів можлива як при  $X_4 = 2,5$ ,  $X_3 = 1$ ,  $X_2 = 18\%$  так і при  $X_4 = 3,5$ ,  $X_3 = 3$ ,  $X_2 = 82\%$ .

Основною перевагою обраних організаційно-технологічних рішень є зниження тривалості будівництва близько 70% за рахунок збільшення коефіцієнта використання робочого часу. Також можна відзначити, що фактор «суцільність опалубки» і «висота технологічного рівня» впливають на тривалість будівництва в найменшій мірі. Таким чином, мінімальна тривалість складає 40 днів, максимальна 125 днів.

Далі розглянемо окремо діаграми з найпопулярнішими серед замовників технологічними характеристиками. На основі аналізу запропонованих проектів будинків, найбільш оптимальною висотою технологічного ярусу є 3 м при 1-но, 2-х або 3-х рівневому будинках, а суцільність опалубки має бути максимальною.

Діаграма (рис. Е.4) показує, що мінімальне значення тривалості будівництва  $P = 42,4$  дн/будівля площею в плані 100 м<sup>2</sup> при фіксації факторів  $X_3$

– кількості технологічних рівнів на мінімальному значенні (одноповерхова будівля) і середньому значенні висоти технологічного ярусу  $X_4 = 3$  м можливо при максимальному коефіцієнті робочого часу ( $X_1$ ) 0,75 – тобто, коли працює бригада в 2 зміни по 9 годин 7 днів на тиждень.

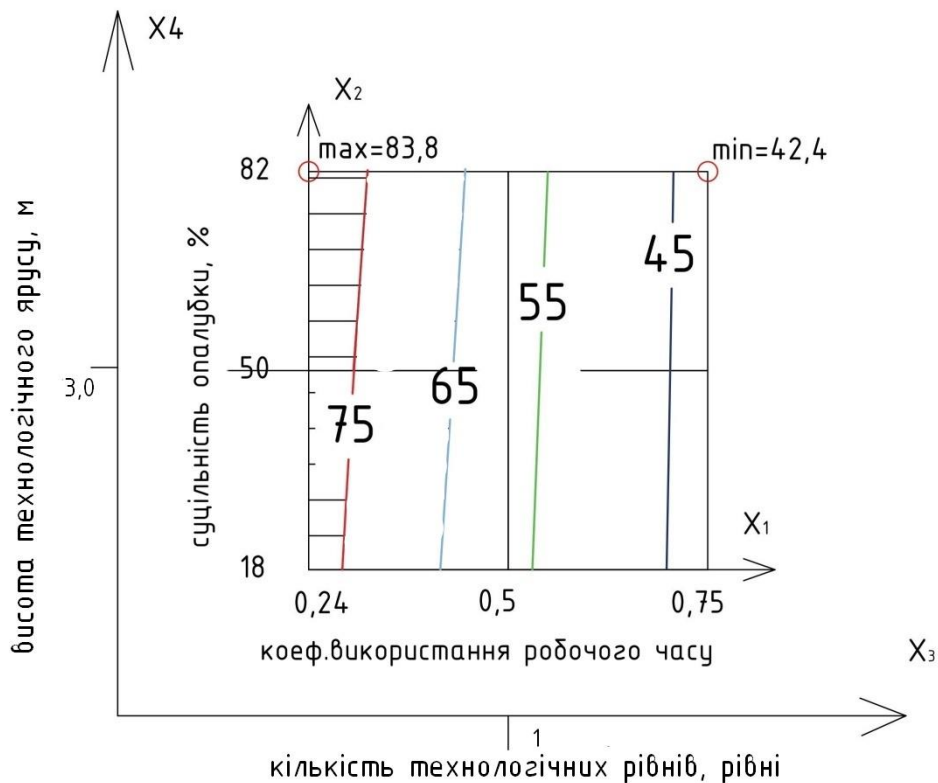


Рисунок Е.4 – Двухфакторна діаграма впливу факторів  $X_1$  (коефіцієнта використання робочого часу) і  $X_2$  (суцільність опалубки) на рівні фіксації  $X_3 = 1$  (кількість технологічних рівнів),  $X_4 = 3,0$  м (висота технологічного ярусу) на тривалість будівництва.

Це пояснюється середньомісячною тривалістю робочого часу на місяць 273,75 годин, відповідно до 126-годинного робочого тижня, і відображається на календарних графіках в програмі Microsoft Project і при суцільності опалубки ( $X_2$ ) 82%. Максимальне значення тривалості будівництва  $P = 83,8$  дн/будівля площею в плані  $100 \text{ м}^2$  в даному випадку при фіксації факторів  $X_3 = 1$  і  $X_4 = 3$ ,

знаходиться при мінімальних значеннях факторів  $X_1 = 1$  (коефіцієнта використання робочого часу – 0,24), так як це звичайний 40-годинний робочий тиждень. Тобто бригада працює в одну зміну 8 годину 5 днів в тиждень і при  $X_2 = 82\%$  (суцільності опалубки).

При вивченні впливу організаційно-технологічних факторів на тривалість будівництва (рис. Е.5) було встановлено наступне. Мінімум значення тривалості будівництва  $P = 45,4$  дн/будівля площею в плані  $100 \text{ м}^2$  можна досягти при наступному поєднанні факторів: коефіцієнт використання робочого часу  $X_1 = 0,75$  суцільності опалубки  $X_2 = 18\%$ ), кількість технологічних рівнів  $X_3 = 2$  (одноповерхова будівля з мансардою), висоті технологічного ярусу  $X_4 = 3 \text{ м}$ . Максимальне значення тривалості будівництва  $P = 94$  днів/будівля площею в плані  $100 \text{ м}^2$  пояснюється тим, що зменшується кількість робочих годин на місяць, тобто коефіцієнт використання робочого часу складає 0,24, а суцільність опалубки максимальна – 82%.

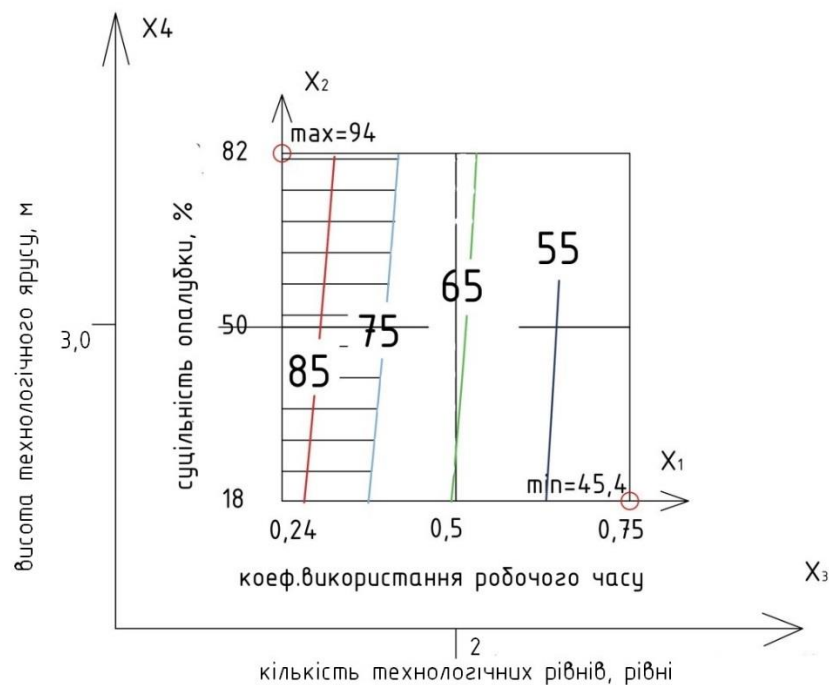


Рисунок Е.5 – Двухфакторна діаграма впливу факторів  $X_1$  і  $X_2$  на рівні фіксації  $X_3 = 2$  (кількість технологічних рівнів),  $X_4 = 3,0 \text{ м}$  (висота технологічного рівня) на тривалість будівництва

З діаграми (рис. Е.6) мінімальне тривалості будівництва  $P = 62,3$  дн/будівля площею в плані  $100 \text{ м}^2$  досягається при максимальному значенні фактора  $X_1 = 0,75$  (коефіцієнта використання робочого часу), мінімальному значенні фактора  $X_2 = 18\%$  (суцільність опалубки) і максимальному значенні фактора  $X_3 = 3$  (дворівнева будівля з мансардою) і  $X_4 = 3$  (висота технологічного ярусу). Максимальне значення тривалості будівництва  $P = 118,5$  дн/будівля площею в плані  $100 \text{ м}^2$  можливе при зміні коефіцієнта використання робочого часу з  $0,75$  до  $0,24$ .

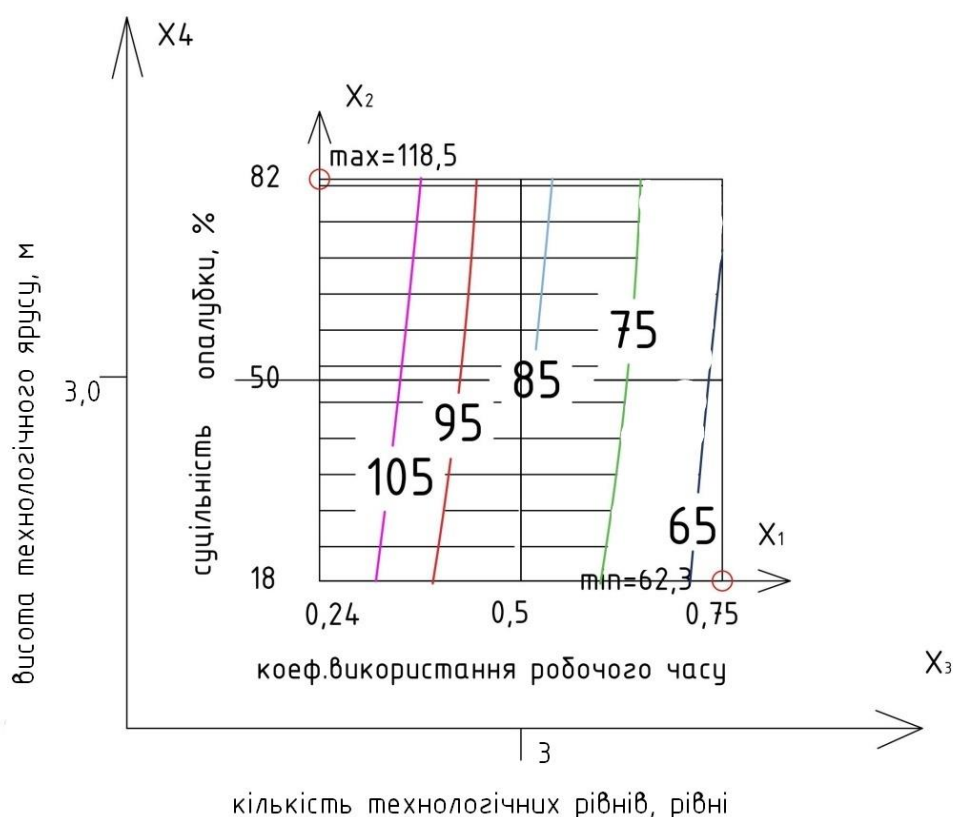


Рисунок Е.6 – Двухфакторна діаграма впливу факторів  $X_1$  (коефіцієнта використання робочого часу) і  $X_2$  (суцільність опалубки) На рівні фіксації  $X_3 = 3$  (кількість технологічних рівнів),  $X_4 = 3,0$  м (висота технологічного ярусу) На тривалість будівництва

Як найбільш ефективну модель будівництва (рис. Е.7) будівлі можна взяти модель з мінімальною тривалістю в 40,2 дн/будівля площею в плані 100 м<sup>2</sup>, яка можлива при таких поєднаннях факторів:  $X_4 = 2,5$  м (висота технологічного ярусу),  $X_3 = 1$  (кількість технологічних рівнів),  $X_1 = 0,75$  (коефіцієнт використання робочого часу) і  $X_2 = 82\%$  (суцільність опалубки).

Основним завданням в роботі є вибір найбільш ефективного організаційно-технологічного рішення зведення малоповерхових будівель. На діаграмі типу «квадрат на квадратах» (рис. Е.3), яка відображає вплив 4 факторів ( $X_1$  коефіцієнта використання робочого часу,  $X_2$  суцільність опалубки,  $X_3$  кількість технологічних рівнів,  $X_4$  висота технологічного ярусу) на тривалість будівництва таких рішень досить багато і вони всі ефективні. Це рішення, при яких тривалість будівництва не перевищує 75 днів. На основі діаграми на рис. Е.3, де визначені зони ефективних організаційно-технологічних рішень, в табл. Е.4 представлені найбільш ефективні рішення.

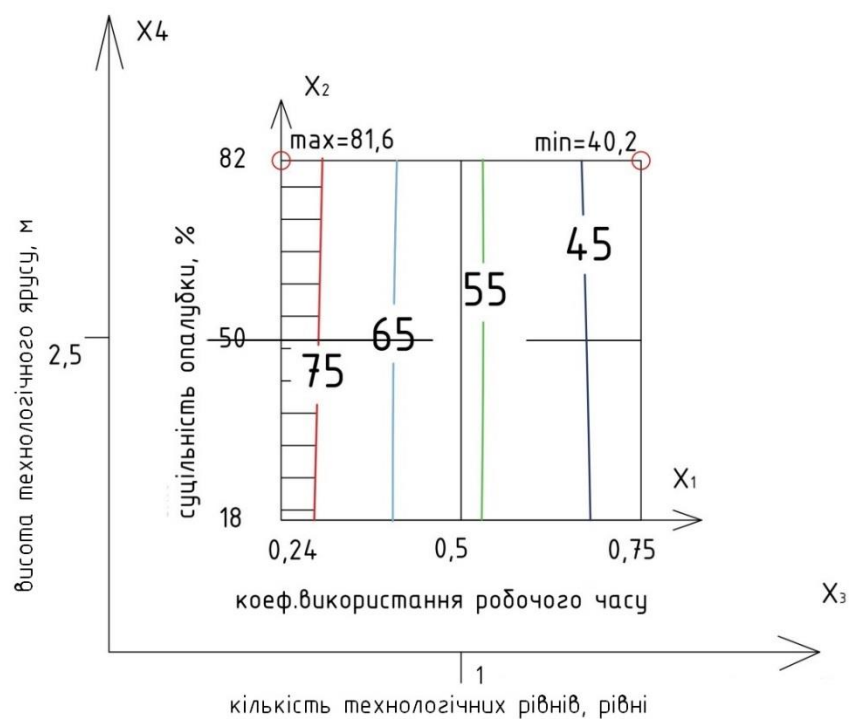


Рисунок Е.7 – Двухфакторна діаграма впливу факторів  $X_1$  і  $X_2$  на рівні фіксації  $X_3 = 1$  (кількість технологічних рівнів),  $X_4 = 2,5$  м (висота технологічного ярусу) на тривалість будівництва

Таблиця Е.4 – Найбільш ефективні організаційно-технологічні рішення зведення малоповерхових будівель

№ п/п	Організаційно-технологічні рішення				Показник ефективності
	Коефіцієнт використання робочого часу	Суцільність опалубки,%	Кількість технологі- чних рівнів, рівні	Висота технологічного ярусу, м	
1	2	3	4	5	6
1	0,7	50	1	3,5	45 днів
2	0,5	35	2	3	65 днів
3	0,3	18	1	2,5	75 днів
4	0,75	73	3	3,5	70 днів
5	0,6	82	1	3,0	55 днів

## **ДОДАТОК Ж – Приклад дослідження технологічних режимів влаштування горизонтальних протифільтраційних екранів (лабораторний експеримент)**

Одним з варіантів виконання наукової частини випускної магістерської роботи за професійною програмою є проведення лабораторних досліджень. Методика їхнього виконання викладена в цьому навчальному посібнику (див. підрозділ 3.5). Нижче наведено приклад такого варіанту наукової роботи.

Аналіз проблем, що виникають при похованні наслідків аварії на Чорнобильській АЕС, показав, що за масштабами впливу і необхідним фінансовим і технічним ресурсам, провідне місце займає локалізація забруднень і зниження емісій радіоактивних речовин в навколишнє середовище. Влаштування протифільтраційних екранів способом горизонтально направленої буріння (ГНБ) може бути використано для захисту підземних вод від міграції забруднюючих речовин. Відзначено надходження радіонуклідів в ґрунтові води з численних тимчасових могильників радіоактивних відходів в зоні Чорнобильської АЕС. Це близько 800 траншей, споруджених в більшості випадків без достатнього забезпечення їхньої герметичності, велика частина яких знаходиться на територіях з глибоко розташованими або взагалі відсутніми водотривкими шарами ґрунту. Влаштування протифільтраційних екранів дозволить вирішити дану проблему.

Мета роботи: вибір оптимальних технологічних режимів влаштування горизонтальних протифільтраційних екранів шляхом проведення експериментальних досліджень процесу створення протифільтраційних екранів, визначення аналітичних і графічних залежностей коефіцієнта фільтрації від технологічних факторів, що досліджуються, аналізу залежностей за допомогою сучасного програмного продукту «Comrex».

**Об'єкт дослідження** – захист підземного простору від забруднення.

**Предмет дослідження** – вибір оптимальних технологічних параметрів влаштування горизонтальних протифільтраційних екранів.

## Ж.1 Загальна методика дослідження.

Загальна методика показана на рис. Ж.1

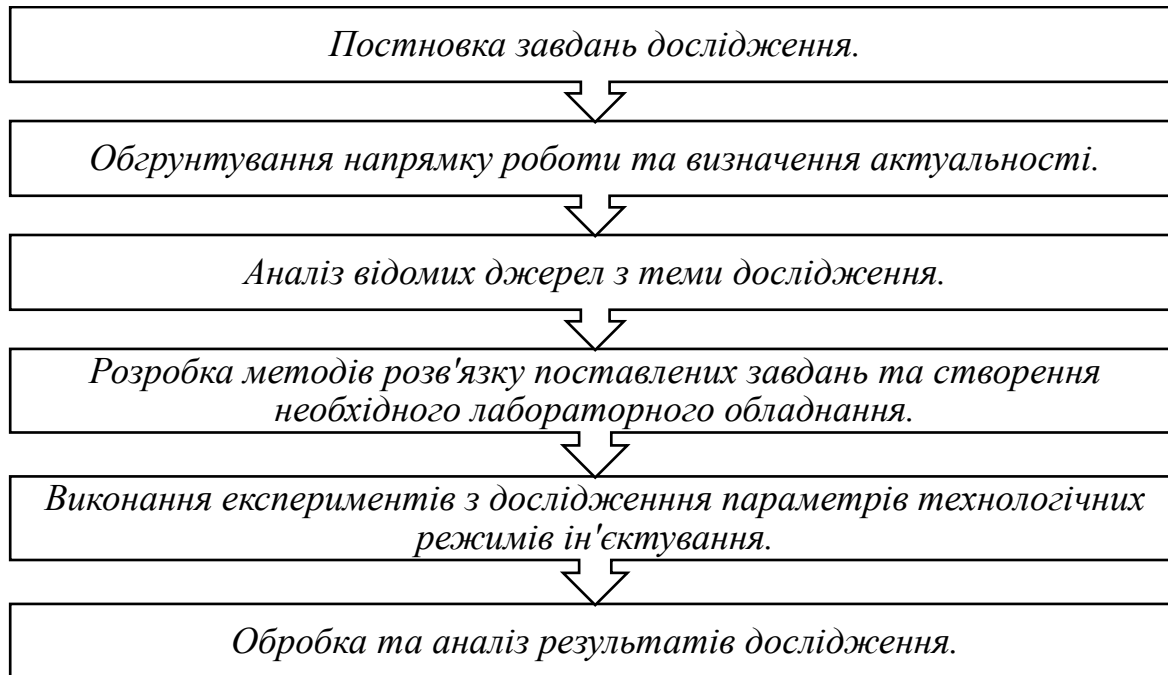


Рисунок Ж.1 – Загальна методика дослідження.

Згідно з нормативними документами були встановлені мінімальні допустимі значення коефіцієнта фільтрації, при якому надійність протифільтраційних властивостей можна вважати забезпеченою. Захисний екран має надійні протифільтраційні властивості при значенні коефіцієнта фільтрації, що менше або дорівнює 0,005 м/сут. У якості факторів, що досліджуються, були прийняті:

- $X_1$  – концентрація в розчині, що ін'єктується, основного показника, який надає піщаному ґрунту протифільтраційні властивості. Даний параметр є ключовим, тому що ґрунт основи перешкоджає проникненню розчину крізь товщу, що ін'єктується. У зв'язку з цим концентрація розчину повинна бути достатньою, щоб утворився екран, що володіє максимальною протифільтраційною здатністю. Однак, існує фактор, що

лімітує концентрацію – в'язкість розчину, що ін'єкується, який впливає на проникнення матеріалу в проміжки між дисперсними частинками піщаного ґрунту. Згідно з нормативними документами, в'язкість, що допускається, для глинистих і гліноцементних розчинів знаходиться в наступних межах:

- 18-30 с для в'язкості, яка визначається віскозиметром СПВ-5 об'ємом 700 мл.
- 26-43 с для в'язкості, яка визначається віскозиметром «Воронка Марша», обсягом 1000 мл.
- $X_2$  – тиск нагнітання (подачі) розчину, що ін'єкуються, в ґрунт основи. Тиск нагнітання є ключовим параметром, що впливає на дальність поширення складу ін'єкції в товщі ґрунту. Даний фактор є дуже важливим в економічному аспекті, так як сучасні промислові насоси дозволяють досягти значень тиску аж до 100 атм. і вище, при цьому дозволяючи збільшити відстані між горизонтально пробуріваються свердловинами, що здешевлює проект.
- $X_3$  – тривалість процесу ін'єкування. Фактор тривалості дозволяє встановити пряму пропорційну залежність між часом ін'єкції і концентрацією діючих речовин розчину в розглянутій товщі, що впливає на протифільтраційні властивості ґрунту.

При моделюванні процесу ін'єкування запропоновано взяти за основу сучасну технологію горизонтально направленої буріння (рис. Ж.2), яка дозволяє утворювати протифільтраційний горизонтальний екран під забрудненим об'єктом. Для цього створено лабораторний стенд, що моделює перпендикулярний до осі буріння перетин, в якому під впливом робочих параметрів розчин поширюється на різній від місця введення розчину відстані. Виділяючи серединну частину перетину, можна отримати уявлення про характер зміни коефіцієнта фільтрації. Заміряючи значення коефіцієнта фільтрації в

різних перетинах труби, можна визначити пропорційні залежності протифільтраційних властивостей від параметрів, що використовуються.

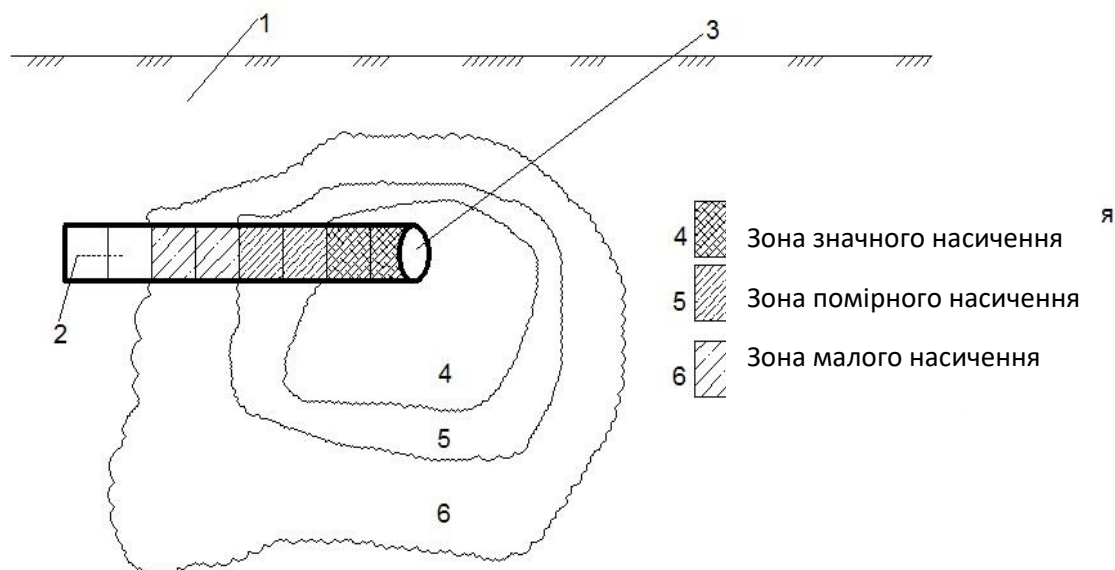


Рисунок Ж.2 – Зони поширення розчину, що ін'єктується, в ґрунтовій товщі. 1 – товща, що ін'єктується, 2 – змодельована лабораторним стендом ділянка товщі, 3 – свердловина горизонтального буріння, 4, 5, 6 – зони різного насичення розчином.

Цикл випробувань включав в себе:

1. Підготовка лабораторного стенду до випробувань.
2. Заповнення циліндричного резервуара установки піщаним ґрунтом і приготування ін'єкційного розчину.
3. Процес ін'єктування із заданими параметрами.
4. Технологічна перерва.
5. Відбір проб і лабораторні визначення коефіцієнта фільтрації.
6. Підготовка результатів експерименту до аналітичного моделювання в програмі «Сотрех».

Підготовка лабораторного стенду до випробувань включає в себе змащення різьбових з'єднань, складання окремих секцій труби лабораторного стенду в одне

ціле, установку труби в вертикальне положення для заповнення піском, а також підготовку матеріалів, механізмів і приладів, які використовуються в випробуванні.

Заповнення циліндричного резервуара лабораторного стенду проводилося в вертикальному положенні з пошаровим ущільненням піщаного ґрунту (заповнювача). Ущільнення проводилося послідовно 3-ма способами:

- штикуванням;
- трамбівкою;
- вібрацією;

Таким чином, досягалася щільність, наближена до щільності піщаного ґрунту в природних умовах.

Після заповнення резервуара фланцеві з'єднання торцевих кришок закривалися, і труба переводилася в горизонтальне положення. Далі металеві стяжки, що знаходяться навколо труби, затягувалися за допомогою гайок, розташованих на їхніх кінцях, з тим, щоб ущільнити різьбові з'єднання окремих секцій труби. Відкривалися крани, розташовані в нижній частині циліндричного резервуара.

Приготування розчину відбувалося в окремій ємності безпосередньо перед початком ін'єктування. Відведені кількості бентонітової порошку додавалися малими порціями в ємність з водою і за допомогою міксера перемішувалися в однорідний розчин.

При проведенні ін'єктування розчин періодично перемішувався, щоб частинки бентоніту не осідали на дно ємності і концентрація розчину не змінювалася.

Ін'єктування приготованого розчину відбувалося при заданих технологічних параметрах: визначеному за планом експериментів тиску і заданому часі. При цьому крани, розташовані в нижній частині циліндричного резервуара, послідовно закривалися по мірі поширення розчину в трубі до

їхнього перетину. Кран, що знаходився в протилежному від місця введення розчину, залишався відкритим протягом часу проведення всього досвіду.

Технологічна перерва необхідна для того, щоб стекли надлишки розчину, що знаходяться в резервуарі стенду. Технологічна перерва тривала не менше 12 годин.

Відбір проб відбувався при посекційному розбиранні труби в перетинах, що знаходяться на заданій відстані від місця введення розчину. При цьому, в кожній з точок забору проб було проведено 3 випробування з визначення коефіцієнта фільтрації, що забезпечувало достовірність результатів.

Послідовність лабораторного дослідження визначення коефіцієнта фільтрації в приладі СПЕЦГЕО (рис. Ж.3) згідно з нормативними документами є наступна:

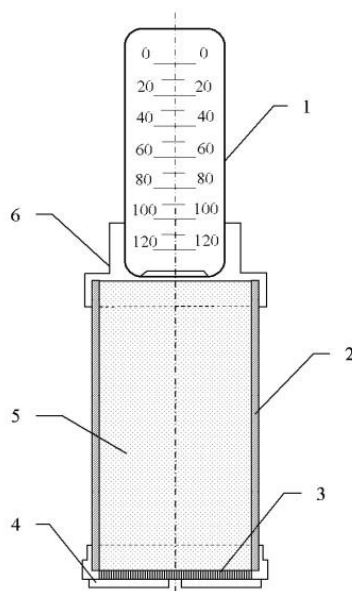


Рисунок Ж.3 – Прилад СПЕЦГЕО для визначення коефіцієнта фільтрації (1 – скляний мірний циліндр з цінною ділення 1 см<sup>3</sup>; 2 – основна трубка; 3 – сітка; 4 – нижня кришка; 5 – порожнина, що заповнюється ґрунтом; 6 – верхня кришка.)

1. Трубка 1 заповнювалася піщаним ґрунтом, що випробувався.
2. Заповнення трубки піском виконувалося пошарово.
3. Заповнивши мірний циліндр водою, перевернути його над трубкою і закріпити у верхній кришці так, щоб його горлечко відстояло від поверхні ґрунту в трубці приблизно на 0,5-1 мм.

У такому вигляді мірний циліндр підтримує постійний рівень води над зразком. Як тільки внаслідок просочування води через зразок цей рівень знижувався, в мірний циліндр проривалася бульбашка повітря і відповідна кількість води з нього виходило. Цим досягалася сталість градієнта, чисельне значення якого дорівнює одиниці, так як в даному випадку натиск дорівнює довжині шляху фільтрації.

Якщо після установки циліндра в нього проривалися великі бульбашки повітря, це свідчило про те, що горлечко циліндра знаходиться на дуже великій відстані від поверхні ґрунту. В цьому випадку вдавлювали мірний циліндр трохи глибше і домагалися, щоб в ньому через воду піднімалися тільки дрібні бульбашки повітря, що впливають один за іншим на однаковій відстані. Після досягнення зазначеного режиму заміряли за шкалою рівень води в циліндрі (1), включали секундомір і через певний час (50-100 сек. для середньозернистих ґрунтів, 250-500 сек. для глинистих пісків) заміряти другий рівень. Повторювали досвід кілька разів, дані спостережень заносили в таблицю, і вираховували по ним середнє значення коефіцієнта фільтрації.

Підготовка результатів експерименту до аналітичного моделювання в програмі «Сотрех» полягала в розрахунку коефіцієнта фільтрації за формулою:

$$K = \frac{Q}{TF} \text{ см/с}$$

де: Q – обсяг води, профільтрувалась за час T, см<sup>3</sup>;

T – час фільтрації, с;

F – площа поперечного перерізу трубки, см<sup>3</sup>.

У розрахунках дослідження оцінку впливу факторів вирішено шукати у вигляді лінійної функції показника:

$$Y = B_0 * X_0 + B_1 * X_1 + B_2 * X_2 + B_3 * X_3 + B_{123} * X_1 * X_2 * X_3, \text{ де:}$$

Y – функція показника;

B<sub>i</sub> – коефіцієнти регресії;

X<sub>i</sub> – фактори, що змінюються.

Були проведені три серії експериментів, кожна з яких давала незалежну оцінку закономірностей впливу в кожній з трьох груп технологічних параметрів, що досліджувалися. Отже, в результаті експериментів було отримано три статистичних масиви даних, використаних для оцінки впливу кожного з факторів на кінцевий результат досвіду, що характеризують захисні якості екрану у вигляді функції відгуку.

В таблиці Ж.1 приведений план експериментальних досліджень.

Перехід від натурних до кодованим змінним при розрахунку ЕС-моделей виконувався за типовою формулою:

$$x_i = \frac{X_i - \frac{X_{i.\max} + X_{i.\min}}{2}}{\frac{X_{i.\max} - X_{i.\min}}{2}}$$

Розрахунок ЕС-моделей виконувався з урахуванням прийнятої помилки експерименту. Двосторонній ризик задавався на типовому рівні 10% ( $\alpha = 0.1$ ). З урахуванням заданого ризику проводилася перевірка гіпотез про відмінність оцінок коефіцієнтів розрахованих моделей від нуля. При перевірці гіпотези про рівність отриманих коефіцієнтів нулю використовувався критерій Гаусової точності. Оцінки коефіцієнтів B<sub>i</sub>, які за результатами перевірки не відрізнялись від нуля, послідовно виключалися з ЕС-моделі.

Таблиця Ж.1 – 15-точковий план 3-х факторного експерименту

№	Натурні змінні			Кодовані змінні			Коефіцієнт фільтрації, м/добу.
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	
	Кількість бентоніту, г	Тиск нагнітання розчину, атм	Час ін'єкування, хв.	Кількість бентоніту, г	Тиск нагнітання розчину, атм	Час ін'єкування, хв.	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	70	5	110	1	1	1	0,37114
2	70	5	10	1	1	-1	0,26929
3	70	2	110	1	-1	1	0,21114
4	10	5	110	-1	1	1	0,07526
5	70	2	10	1	-1	-1	0,40124
6	10	5	10	-1	1	-1	0,08985
7	10	2	110	-1	-1	1	0,80065
8	10	2	10	-1	-1	-1	0,36041
9	70	3	60	1	-0,33	0	0,34387
10	10	3	60	-1	-0,33	0	0,29899
11	40	5	60	0	1	0	0,15554
12	40	2	60	0	-1	0	0,08977
13	40	3	110	0	-0,33	1	0,14669
14	40	3	10	0	-0,33	-1	0,17049
15	40	3	60	0	-0,33	0	0,04775

Після цього модель з усіма значущими оцінками коефіцієнтів перевірялася на адекватність за критерієм Фішера (F). Якщо цей критерій менше критичного для заданого ризику з урахуванням отриманого числа ступенів свободи, тобто  $F_a < F_{кр}(\alpha, F_{на}, f_c)$ , то модель приймалася для інженерних рішень і аналізу. Побудова і статистичний аналіз ЕС-моделей виконувався із застосуванням розробленої в Одеській державній академії будівництва та архітектури діалогової системи COMPEX-99.

## **Ж.2 Результати визначення технологічних параметрів горизонтального ін'єкування ґрунту**

В таблиці Ж.2 показані результати експериментальних досліджень, в яких для кожної з комбінації факторів отримано вісім значень коефіцієнта фільтрації

в залежності від віддалення перетину від точки введення розчину. При аналізі отриманих даних постало завдання коректним чином відобразити характер зміни показника від факторів безвідносно місця виміру значення. Для цього була використана методика виключення величин коефіцієнта фільтрації, що не задовольняють критеріям достовірності, з подальшим розрахунком середнього арифметичного значення.

З огляду на те, що кожен з п'ятнадцяти масивів даних являє собою вибірку невеликого обсягу, в якості критерію виключення незначущих величин був використаний метод обчислення максимального відносного відхилення.

Відсіювання грубих похибок проводилось за таким алгоритмом, наведеним нижче:

1. Визначення середнього значення:  $X_{cp} = \Sigma X_i / n$

2. Визначення середньоквадратичного відхилення:  $S = \sqrt{\frac{\Sigma (X_i - X_{cp})^2}{n-1}}$

3. Знаходження статистики:  $\tau = \frac{|X_i - X_{cp}|}{S}$

де  $X_i$  – крайній (найбільший і найменший) елемент вибірки, по якій підраховувалися оцінки середнього значення  $X_{cp}$  і середньоквадратичного відхилення  $S$ .

4. Порівняння знайденої статистики з табличним значенням,  $\tau \leq \tau_\alpha$

$\tau_\alpha$  – табличне значення статистики  $\tau$ , обчисленої з довірчою ймовірністю.

Якщо нерівність  $\tau \leq \tau_\alpha$  справедлива, то спостереження не відсіюють, якщо не справедлива – виключають. Після відсіювання передбачається повторити процедуру розрахунку стільки раз, скільки буде потрібно для виключення всіх грубих похибок. Однак даною вимогою було вирішено знехтувати внаслідок значного природного розкиду даних в кожній вибірці через нетривіальний характеру поширення розчину в товщі і провести одну ітерацію наведеного алгоритму, після чого розрахувати середнє арифметичне вибірки.

Таблиця Ж.2 – Результати експериментів по дослідженню режимів ін'єктування

Номер за планом	Умови проведення дослідів			Коефіцієнт фільтрації, м/добу, на відстані від місця введення розчину, м.										
	X <sub>1</sub> , г/л.	X <sub>2</sub> , атм.	X <sub>3</sub> , хв.	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00			
1	70	5	110	0,39051	0,51204	0,43543	0,35881	0,33359	0,37630	0,35989	0,34348			
2	70	5	10	0,17821	0,25868	0,24225	0,22583	0,30942	0,39301	0,33691	0,20999			
3	70	2	110	0,22756	0,22213	0,17415	0,18912	0,22068	0,25868	0,21850	0,17832			
4	10	5	110	0,07879	0,08495	0,08277	0,08059	0,07842	0,07972	0,05891	0,05796			
5	70	2	10	0,39305	0,40308	0,35957	0,35186	0,38291	0,43370	0,48450	0,53529			
6	10	5	10	0,43981	0,12195	0,11240	0,06218	0,07970	0,07846	0,06856	0,10572			
7	10	2	110	4,32965	2,03342	1,46964	0,90585	0,23004	0,23962	0,48639	0,23962			
8	10	2	10	0,08980	0,11032	0,09294	0,18269	0,55668	0,51230	0,53535	0,53258			
9	70	3	60	0,05640	0,24341	0,69773	0,22235	0,05640	0,58442	0,22692	0,66330			
10	10	3	60	0,40503	0,27732	0,25611	0,23490	0,23989	0,29878	0,35766	0,32220			
11	40	5	60	0,19004	0,13982	0,12558	0,11134	0,12246	0,14493	0,17498	0,23521			
12	40	2	60	0,14693	0,10786	0,08526	0,08793	0,09060	0,07322	0,06727	0,05913			
13	40	3	110	0,13200	0,18599	0,15531	0,13536	0,16469	0,16618	0,11720	0,11683			
14	40	3	10	0,08761	0,21526	0,20527	0,19689	0,16333	0,12978	0,14129	0,14158			
15	40	3	60	0,08869	0,05218	0,03737	0,04827	0,04168	0,03509	0,05180	0,02692			

Таким чином, була отримана ЕС-модель з п'ятьма значущими коефіцієнтами (помилка експерименту  $S_e = 0,0891$  м/сут.). В даному записі видалені коефіцієнти, визнані такими, що не відрізняються від нуля.

$$\text{КФ (м/добу)} = 0.105 + 0.212 X_{12} + 0.123 X_1 X_2 - 0.064 X_1 X_3 - 0.087 X_2$$

Розглянемо ранжування ступенів впливу факторів на показник. Згідно рис. Ж.4, отриманого за допомогою програмних засобів COMPEX-99, відзначимо, що ступінь впливу факторів в зоні максимуму і мінімуму різні, хоча характер їх ранжування однаковий.

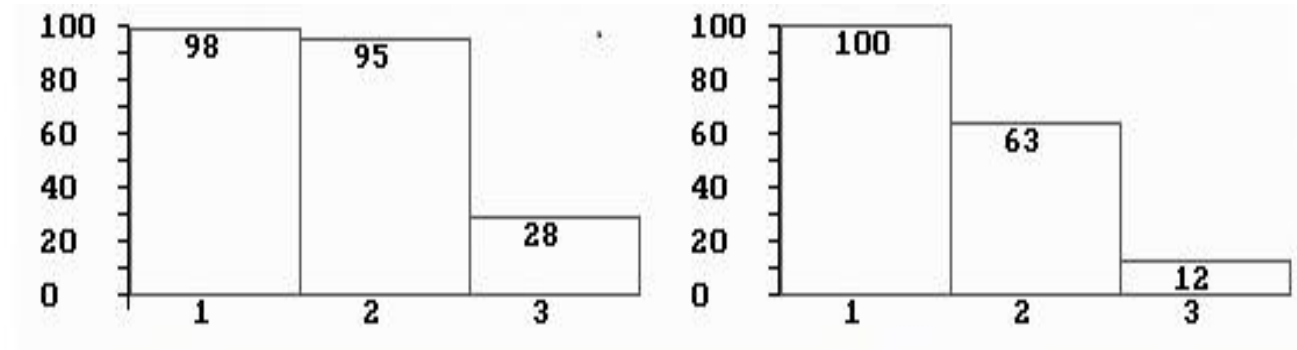


Рисунок Ж.4 – Ранжування впливу факторів, що варіюються, на показник коефіцієнта фільтрації

У зоні максимуму найбільший вплив на коефіцієнт фільтрації мають два фактора в приблизно однаковій мірі: концентрація бентонітового порошку в розчині і тиск його подачі. При цьому час ін'єкції не грає такої великої ролі на зміни показника. У зоні мінімуму вплив складу розчину є найбільш значним, при цьому ступінь впливу тиску ін'єктування дещо знизилася. Ступінь значущості фактора часу в даному факторному просторі знизилася до меж, які не є значущими з інженерної точки зору.

Дані показання ранжирування можна інтерпретувати в такий спосіб:

- Концентрація бентоніту в розчині грає найбільшу роль з наступних причин: умови проведених експериментів дали можливість найбільш повним чином вивчити дану залежність в рамках обраного факторного простору, що підтверджується характером графіка, показаного на рис. Ж.4; склад розчину дійсно грає одну з найважливіших ролей при влаштуванні захисних протифільтраційних екранів.
- З фізичної точки зору, ступінь впливу тиску на протифільтраційні властивості є досить високою, так як тиск подачі розчину прямим чином впливає на кількість діючої в'язучого в товщі, що ін'єктується.
- Фактор тривалості ін'єктування не відіграє значної з інженерної точки зору ролі на показник, що досліджується, в рамках обраних умов експерименту.

На рис. Ж.5 показані графіки залежності показника від кожного з факторів, що варіюються.

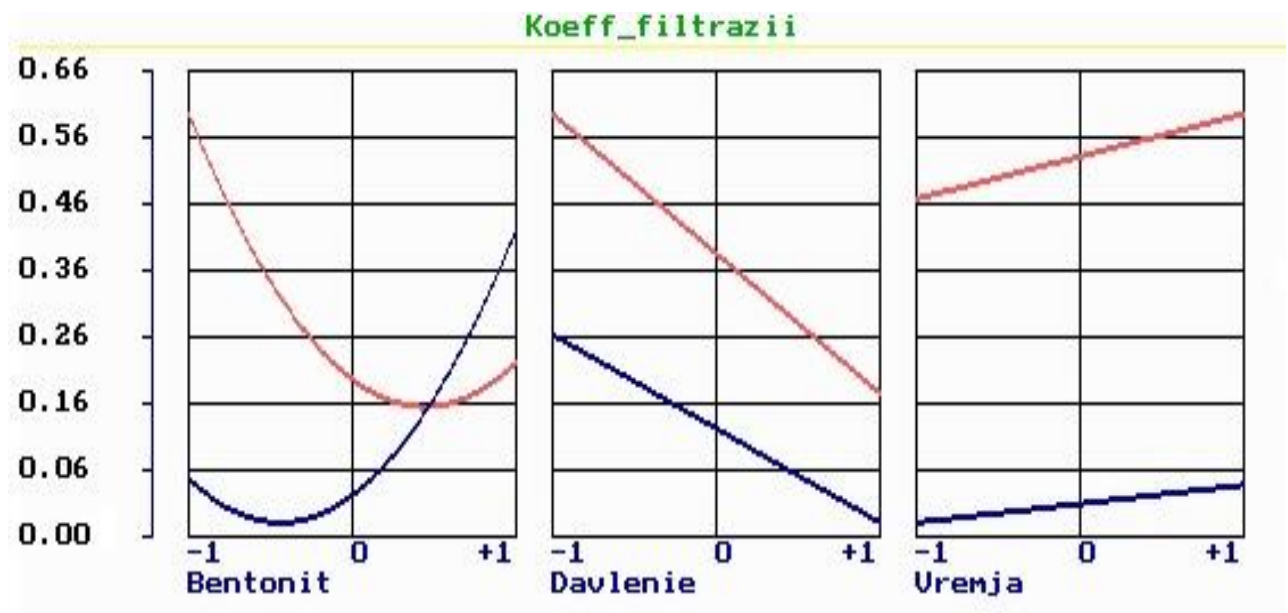


Рисунок Ж.5 – Графіки залежності показника від факторів

Характер графіка залежності коефіцієнта фільтрації від концентрації бентоніту можна назвати близьким до параболічного. При цьому, екстремум даної кривої яскраво виражений і знаходиться в межах  $X_1 = (-0,4; -0,5)$  в зоні мінімумів, тоді як для зони максимумів він знаходиться в межах  $X_1 = (+0,6; +0,7)$ . Можна заявити, що для умов, прийнятих при проведенні експериментів, вдалося виявити оптимальні умови насиченості ін'єкційного розчину основним в'язучим. При перекладі в натурні показники, в зоні мінімумів найбільш ефективним виявиться розчин з кількістю бентоніту 22-25 г/л., в зоні максимумів – 58-61 г/л.

В'язкість розчину з вмістом бентонітової порошку близько 25 г/л. дорівнює 34 с., 60 г / л. – 39,5 с., що є допустимими значеннями за умовою проникності в ґрунтову товщу. Слід зауважити, що для отримання захисних екранів з підвищеними вимогами з водонепроникності і довговічності можуть знадобитися розчини, які містять різні комбінації діючих речовин, що може привести до підвищення в'язкості розчину. Незважаючи на те, що значення коефіцієнта фільтрації, отримані за допомогою розчину з підвищеною в'язкістю, менш сприятливі, використання таких розчинів може виявитися виправданим, так як багатокомпонентні суміші можуть поліпшенням водонепроникності компенсувати погіршені показники розповсюдження. Умови, необхідні для проникнення більш в'язкого розчину, будуть розглянуті нижче.

Залежність коефіцієнта фільтрації від тиску подачі розчину є обернено пропорційною. Кут нахилу прямої до горизонталі досить гострий, отже, можна припустити, що отримані точки належать кривій параболічного характеру з піком, котрий не ввійшов в даний факторний простір. При цьому, використані значення тиску не є найбільшimi можливими з технічної точки зору, і можуть бути скориговані в бік збільшення при проведенні подальших досліджень.

Характер впливу тривалості ін'єктування на значення показника є прямо пропорційним. Межі зміни коефіцієнта фільтрації є досить малими при значному варіюванні часом подачі розчину в лабораторний стенд. Можна зробити

висновок, що закономірність, що впливає з отриманих залежностей, є недостатньо значущою з інженерної точки зору. Однак, в натурних умовах, велика тривалість ін'єктування безсумнівно впливає на показники коефіцієнта фільтрації захисної зависи в сторону їхнього зменшення. Причиною даного невідповідності можуть виступати недосконалі умови проведення експериментів.

Характери залежностей, отримані в зоні максимумів і мінімумів, близькі, слід зауважити, що в рамках даного дослідження необхідно приймати за значущі ті залежності і свідчення, які отримані в зоні мінімумів. Так як кінцевою метою експериментів є визначення умов, при яких коефіцієнт фільтрації захисного екрану, що влаштовується, буде задовольняти заданим умовам з водонепроникності, чи по меншій мірі, буде мінімальним.

Зазначені вище закономірності можна спостерігати в комплексі на рис. Ж.6, на якому показані ізоповерхні зміни показника від факторів, що варіюються, в обраному факторному просторі.

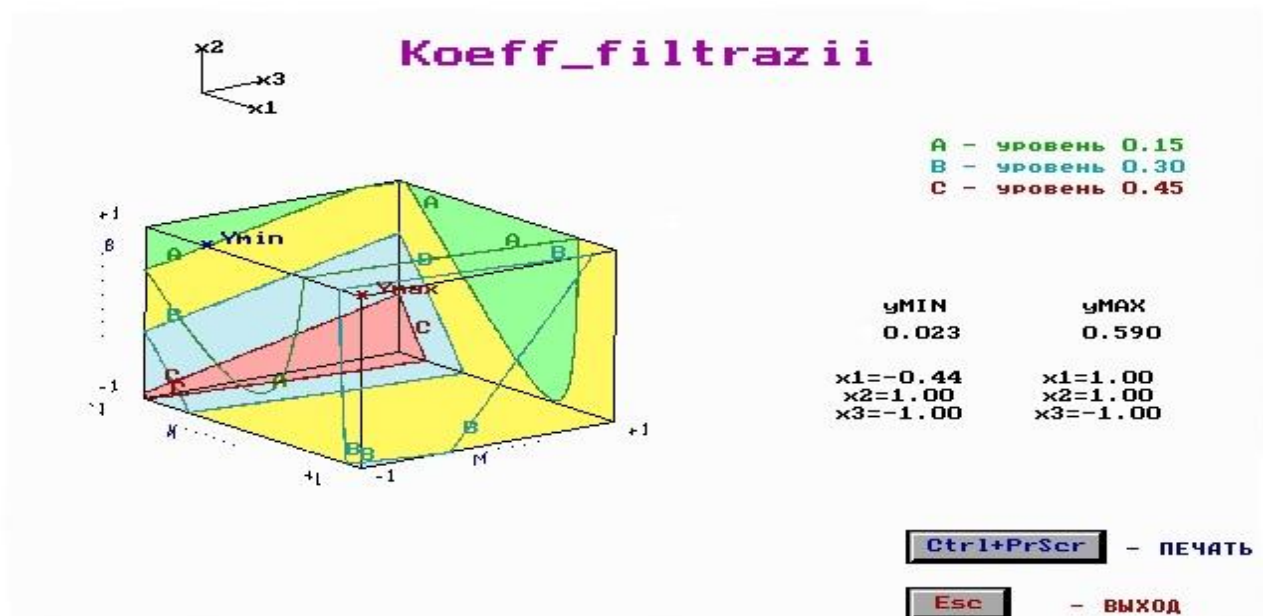


Рисунок Ж.6 – Ізоповерхні значень коефіцієнта фільтрації при зміні варійованих факторів

Під ізоповерхнею розуміють площину, на якій знаходяться рівні значення функції показника. Мінімальне значення коефіцієнта фільтрації отримано при наступній комбінації факторів:  $X_1 = -0,44$ ;  $X_2 = +1$ ;  $X_3 = -1$ , що відповідає концентрації бентоніту 23,5 г/л., тиску 5 атм. і часу ін'єктування 10 хв. Максимальне значення коефіцієнта фільтрації отримано при наступній комбінації факторів:  $X_1 = +1$ ;  $X_2 = +1$ ;  $X_3 = -1$ , що відповідає концентрації бентоніту 70 г/л., тиску 5 атм. і часу ін'єктування 10 хв. Необхідно відзначити, що на істотні зміни значення функції відгуку найбільший вплив справив фактор  $X_1$  – концентрація бентонітового порошку в розчині, в той час як два інших фактори залишилися незмінними. Це свідчить про можливі неточності вибору меж варіювання факторів, які необхідно скорегувати при проведенні подальших досліджень.



Навчальне видання

**Менейлюк Олександр Іванович  
Галушко Валентина Олександрівна  
Менейлюк Іван Олександрович  
Нікіфоров Олексій Леонідович  
Черепашук Лариса Анатоліївна**

**НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК  
для виконання магістерської роботи  
за освітньо-професійною програмою  
«Промислове та цивільне будівництво»**

**Навчальний посібник**

Підписано до друку 02.01.2019 р.  
Формат 60×84/16 Папір офісний Гарнітура Times  
Цифровий друк. Ум.-друк. арк. 15,58.  
Наклад 300 прим. Зам. №19-12Е

Видавець і виготовлювач:  
**Одеська державна академія будівництва та архітектури**  
**Свідоцтво ДК № 4515 від 01.04.2013 р.**  
Україна, 65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4.  
тел.: (048) 729-85-34, e-mail: [rio@ogasa.org.ua](mailto:rio@ogasa.org.ua)

---

Надруковано в авторській редакції з готового оригінал-макету  
в редакційно-видавничому відділі ОДАБА