

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІНЖЕНЕРНИЙ ІНСТИТУТ**

**ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

промислового та цивільного будівництва

(повна назва кафедри)

**Кваліфікаційна робота**

другий магістерський

(рівень вищої освіти)

на тему Удосконалення технології зведення житлових будівель  
із сендвіч-панелей

Виконав: студент 2 курсу,

групи БУД-18-2мз

спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

(код і назва спеціальності)

освітньої програми «Промислове і цивільне будівництво»

(код і назва освітньої програми)

спеціалізації -

(код і назва спеціалізації)

Д.Ю. Воробйов

(ініціали та прізвище)

Керівник доцент, к.т.н. Юхименко А.І.

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

Рецензент проф, д.т.н. Анін В.І.

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

Запоріжжя  
2020

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ІНЖЕНЕРНИЙ ІНСТИТУТ**

Факультет Будівництва та цивільної інженерії  
 Кафедра Промислового та цивільного будівництва  
 Рівень вищої освіти другий магістерський  
 Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
(код та назва)  
 Освітня програма «Промислове і цивільне будівництво»  
(код та назва)  
 Спеціалізація -  
(код та назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри ПЦБ  
проф. Арутюнян І.А.  
 «  » 20 року


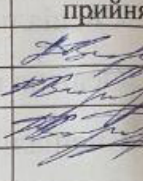
**ЗАВДАННЯ**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Воробйову Дмитру Юрійовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

- 1 Тема роботи (проекту) Удосконалення технології зведення житлових будівель із сендвіч-панелей
- керівник роботи Юхименко Артем Ігорович, к.т.н.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)  
 затверджені наказом ЗНУ від «10» вересня 2019 року №1543-с
- 2 Строк подання студентом роботи 27.12.2019 р.
- 3 Вихідні дані до роботи Актуальність обраного напрямку досліджень, значимість у сучасному житті, можливості розв'язання проблематики, перспективи впровадження майбутніх досягнень, мета роботи, завдання до виконання обраних досліджень, об'єкт досліджень, предмет досліджень
- 4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Провести аналіз стану будівельних процесів зведення індивідуальних житлових будинків з індустріальних сендвіч-панелей. Теоретично змодельовати вдосконалені технологічні рішення зведення індивідуальних житлових будинків. запропонувати удосконалені конструктивно-технологічні рішення монтажу індивідуальних житлових будинків
- 5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Від восьми графічних аркушів із результатами аналітичних

обґрунтувань наукового напрямку досліджень, результатами експериментальних досліджень, доказами оптимальності запропонованих методик, результатами чисельних розрахунків із застосуванням сучасних інформаційних методів досліджень

#### 6 Консультанти розділів роботи

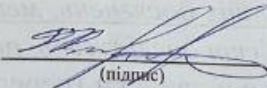
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Юхименко А.І., доц.		
Розділ 2	Юхименко А.І., доц.		
Розділ 3	Юхименко А.І., доц.		

7 Дата видачі завдання 30.09.2019 р.

#### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

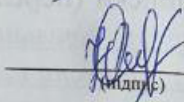
№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Розділ 1 Аналіз стану процесів зведення індивідуальних житлових будинків з індустріальних сендвіч-панелей в Україні та за кордоном	24 жовтня	
2	Розділ 2 Теоретичне моделювання удосконаленого технологічного рішення зведення індивідуальних житлових будинків з індустріальних сендвіч-панелей	15 листопада	
3	Розділ 3 Дослідження удосконаленої технології зведення індивідуальних житлових будинків з індустріальних сендвіч-панелей	20 грудня	

Студент

  
(підпис)

Д.Ю. Воробйов  
(ініціали та прізвище)

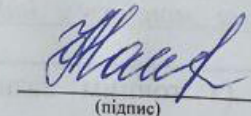
Керівник роботи

  
(підпис)

А.І. Юхименко  
(ініціали та прізвище)

**Нормоконтроль пройдено**

Нормоконтролер

  
(підпис)

Н.О. Данкевич  
(ініціали та прізвище)

## АНОТАЦІЯ

Воробйов Д.Ю. Удосконалення технології зведення житлових будівель із сендвіч-панелей.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник А.І. Юхименко. Інженерний інститут Запорізького національного університету. Факультет будівництва та цивільної інженерії, кафедра промислового та цивільного будівництва, 2020.

Запропоновано новий теоретичний підхід до розробки вдосконаленої технології в будівельному процесі зведення швидкокомтованих індивідуальних житлових будинків у спрощений спосіб «сухий» збірки індустріальних сендвіч-панелей методом моделювання та подальшої багатокритеріальної оптимізації технологічних рішень за критеріями мінімуму трудомісткості і вартості монтажу. Розроблено вдосконалені технологічні рішення монтажу оптимізованих за розмірами сендвіч-панелей 1,2 на 3,6 м, що складаються з каркаса, мінераловатних теплоізоляційних плит і облицювальних сталевих і цементних обшивок. Виявлено основні чинники і закономірності, що впливають на оптимізацію технологічних режимів зведення індивідуальних житлових будинків з індустріальних сендвіч-панелей: зниження трудомісткості і вартості монтажу.

Ключові слова: ЗВЕДЕННЯ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ, УДОСКОНАЛЕННЯ, СЕНДВІЧ-ПАНЕЛІ, ОПТИМАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ.

Список публікацій магістранта:

Воробйов Д.Ю., Юхименко А.І. Удосконалення технології зведення житлових будівель із сендвіч-панелей. *Проблеми сучасного будівництва, екологічної безпеки та охорони праці*: зб. матеріалів доп. Участн. XXIV наук.-техн. конф. студентів, магістрантів, аспірантів, молодих вчених та викладачів ІІ ЗНУ. Запоріжжя: ІІ ЗНУ, 2019. Т2. С.123.

## АННОТАЦИЯ

Воробьев Д.Ю. Усовершенствование технологии возведения жилых зданий из сэндвич-панелей.

Квалификационная выпускная работа для получения степени высшего образования магистра по специальности 192 - Строительство и гражданская инженерия, научный руководитель А.И. Юхименко. Инженерный институт Запорожского национального университета. Факультет строительства и гражданской инженерии, кафедра промышленного и гражданского строительства, 2020.

Предложен новый теоретический подход к разработке усовершенствованной технологии в строительном процессе возведения быстровозводимых индивидуальных жилых домов упрощенным способом «сухой» сборки промышленных сэндвич-панелей методом моделирования и последующей многокритериальной оптимизации технологических решений по критериям минимума трудоемкости и стоимости монтажа. Разработаны усовершенствованные технологические решения монтажа оптимизированных по размерам сэндвич-панелей 1,2 на 3,6 м, состоящие из каркаса, минераловатных теплоизоляционных плит и облицовочных стальных и цементных обшивок. Выявлены основные факторы и закономерности, влияющие на оптимизацию технологических режимов возведения индивидуальных жилых домов из промышленных сэндвич-панелей: снижение трудоемкости и стоимости монтажа.

Ключевые слова: ВОЗВЕДЕНИЕ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ, УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ, СЭНДВИЧ-ПАНЕЛИ, ОПТИМАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ.

Список публикаций магистранта:

Воробьев Д.Ю., Юхименко А.И. Усовершенствование технологии возведения жилых зданий из сэндвич-панелей. Проблемы современного строительства, экологической безопасности и охраны труда: сб. материалов докл. участн. XXIV научно-техн. конф. студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых и преподавателей ИИ ЗНУ. Запорожье: ИИ ЗНУ, 2019. Т2. С.123.

## ANNOTATION

Vorobyov D.Yu. Improving the technology of construction of residential buildings from sandwich panels.

Qualification final work for obtaining a higher education degree of a master's degree in specialty 192 - Construction and civil engineering, scientific adviser A.I. Yuhimenko. Engineering Institute of Zaporizhzhya National University. Faculty of Building and Civil Engineering, Department of Industrial and Civil Engineering, 2020.

A new theoretical approach to the development of improved technology in the construction process of erecting prefabricated individual houses is proposed in a simplified way of “dry” assembly of industrial sandwich panels by modeling and subsequent multi-criteria optimization of technological solutions according to the criteria of minimum labor input and installation cost. Improved technological solutions have been developed for installing size-optimized sandwich panels 1.2 by 3.6 m, consisting of a frame, mineral wool heat-insulating plates and facing steel and cement cladding. The main factors and patterns that affect the optimization of technological modes for the construction of individual residential buildings from industrial sandwich panels are identified: reducing the complexity and cost of installation.

Key words: CONSTRUCTION OF RESIDENTIAL BUILDING, IMPROVEMENT, SANDWICH PANELS, OPTIMAL TECHNOLOGICAL PARAMETERS.

List of undergraduate publications:

Vorobyov D.Yu., Yuhimenko A.I. Improving the technology of construction of residential buildings from sandwich panels. Problems of modern construction, environmental safety and labor protection: Sat. materials dokl. participating XXIV scientific and technical. conf. students, undergraduates, graduate students, young scientists and teachers of EI ZNU. Zaporozhye: EI ZNU, 2019.T2. S.123.

**ЗМІСТ:**

<b>ВСТУП</b>	9
<b>РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СТАНУ ПРОЦЕСІВ ЗВЕДЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ З ІНДУСТРІАЛЬНИХ СЕНДВІЧ-ПАНЕЛЕЙ В УКРАЇНІ ТА ЗА КОРДОНОМ</b>	12
1.1 Роль і місце швидкокомонтованих будівель і сендвіч-панелей в будівельному комплексі	12
1.2 Вимоги, що пред'являються до моделей і методів оцінки ефективності зведення індивідуальних житлових будинків з сендвіч-панелей	22
1.3 Оцінка стану існуючих моделей технологій зведення індивідуальних житлових будинків з сендвіч-панелей	28
<b>РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ УДОСКОНАЛЕНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО РІШЕННЯ ЗВЕДЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ З ІНДУСТРІАЛЬНИХ СЕНДВІЧ-ПАНЕЛЕЙ</b>	36
2.1 Алгоритм розробки оптимальної моделі технології монтажу індивідуальних житлових будинків з індустріальних сендвіч-панелей	36
2.2 Вдосконалені конструктивно-технологічні рішення монтажу індивідуальних житлових будинків з індустріальних сендвіч-панелей	44
2.3 Вдосконалення технологічних рішень зведення індивідуальних житлових будинків з оптимізованих сендвіч-панелей	53
<b>РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЗВЕДЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ З ІНДУСТРІАЛЬНИХ СЕНДВІЧ-ПАНЕЛЕЙ</b>	63
3.1 Особливості удосконаленої технології	63
3.2 Організація і технологія виконання робіт по зведенню індивідуальних житлових будинків	68

3.3 Експериментальне будівництво та обґрунтування оптимальних технологічних параметрів вдосконаленого методу зведення індивідуальних житлових будинків	74
<b>ВИСНОВКИ</b>	89
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b>	90



## ВСТУП

**Актуальність теми.** Дослідження технологічних рішень зведення індивідуальних житлових будинків з індустріальних сендвіч-панелей як особливого типу будівельних об'єктів підвищеного ступеня заводської готовності є важливим напрямком у розвитку вітчизняного будівельного комплексу в ХХІ столітті. Ефективність технологій монтажу швидкокомтованих індивідуальних житлових будинків обумовлена значним скороченням тривалості, вартості і трудомісткості їх зведення, підвищенням якості та прискоренням введення в експлуатацію закінчених «під ключ» об'єктів. Різноманіття діючих в будівельному виробництві факторів призводить до значної різноманітності і їх технологічних рішень. В останні роки з'явилися і нові актуальні фактори впливу, до яких відносяться надзвичайні ситуації природного і техногенного характеру, в т.ч. пожежі. Актуальність теми обумовлена тим, що до 2011 року в житловому будівництві в Україні і за кордоном застосовуються як надмірно дрібні в плані (до 1 на 1 метр), так і надмірно великі в плані і важкі (більше 3 на 6 метрів і більше 400 кг) сендвіч-панелі систем «Модуль», «Сокіл», «Охта», «Уіз» та ін. [19, 25, 27-29, 32-34, 38]. Однак вони мають занадто високі показники трудомісткості і вартості монтажу враховуючи багатодельність і необхідність використання дорогого кранового обладнання. Крім того, існуючі в них типові цвяху, болтові, зварні, бетонні та інші вузли з'єднання додають ще більшу трудомісткість і вартість монтажу через їх складність і необхідність дорогого зварювального, ріжучого і іншого устаткування. Тому виникла важлива наукова і практична задача розробки вдосконаленій технології відомості індивідуальних житлових будинків з індустріальних сендвіч панелей на основі оптимізованої послідовності будівельних операцій монтажу раціональних за розмірами і масою елементів за допомогою швидко вузлів з метою скорочення трудомісткості і вартості монтажу.

Однак до сих пір теоретично не змодельовані подібні удосконалені технологічні рішення зведення індивідуальних житлових будинків з оптимальних за

розміром індустріальних сендвіч-панелей; не обґрунтований алгоритм розробки моделі монтажу швидкокомтованих котеджів на основі нових швидкозбірних типів вузлів не запропонував практичні раціональні конструктивно-технологічні рішення монтажу індивідуального житлового будинку з індустріальних сендвіч-панелей.

Вирішенню подібних завдань в технології будівництва швидкокомтованих будівель приділено велику увагу в роботах таких вітчизняних і зарубіжних вчених, як Афанасьєва В.А., Адама Ф., Бадьин Г.М., Бердникова Ю.Д., Бірюкова А. М., Бикова В.Л., Варламова Н.В., Ільїна В.П., Казакова Ю.М., Казанцева І.Д., Карасьова НН, Козина П.А., Олійника П.П., Петракова Б.І., Прикіна Б.В., Саприкіної НА, Сіо К., Степанова І.В., Танге К., Темнова В.Г., Тимощука ОА, Фрідмана І., Яковлєва В.А. та ін. Однак аналіз виявлених літературних джерел дозволив встановити, що існуючі технологічні рішення в будівництві швидкокомтованих будівель не в повній мірі задовольняють сучасним вимогам, особливо досягненню критеріїв мінімуму трудових і фінансових видів витрат.

**Метою** написання магістерської роботи було удосконалення технологічних рішень зведення індивідуальних житлових будинків з індустріальних сендвіч-панелей, що забезпечують зниження трудомісткості і вартості будівництва.

Відповідно до поставленої мети основними **завданнями** були:

- проаналізувати стан будівельних процесів зведення індивідуальних житлових будинків з індустріальних сендвіч-панелей в Україні та за кордоном;
- теоретично змоделювати вдосконалені технологічні рішення зведення індивідуальних житлових будинків з оптимальних за розміром індустріальних сендвіч-панелей підвищеного ступеня заводської готовності з мінімумом кранового обладнання;
- запропонувати удосконалені конструктивно-технологічні рішення монтажу індивідуальних житлових будинків з індустріальних сендвіч-панелей на основі швидкозбірних шарнірного вузла типу «муфта-гільза» зі сталі, що не потребує зварювання і омоноличивання;

- запропонувати раціональний варіант організації і технології виконання робіт по монтажу котеджів з урахуванням основних факторів впливу - площі об'єкта, кількості та кваліфікації робітників в ланці, ступеня механізації робіт, площі і ваги панелей, видів вузлів з'єднань;

**Об'єкт дослідження** — будівельний технологічний процес зведення індивідуальних житлових будинків способом монтажу індустріальних сендвіч-панелей.

**Предмет дослідження** — є параметри технологічних процесів зведення індивідуальних жилих будинків способом монтажу індустріальних сендвіч-панелей.

**Методи досліджень** включали узагальнення і аналіз вітчизняного і зарубіжного досвіду зведення житлових будівель, сучасного стану теорії і практики процесів зведення індивідуальних житлових будинків, аналіз технологічних, теоретичних досліджень та аналіз отриманих результатів.

**Наукова новизна** досліджень і отриманих результатів полягає в тому, що:

- розроблені вдосконалені технологічні рішення монтажу оптимізованих за розмірами сендвіч-панелей, що складаються з каркаса, мінераловатних теплоізоляційних плит і облицювальних обшивок, які з'єднуються між собою за допомогою нових швидкозбірних шарнірних вузлів типу «муфта-гільза» і герметизуються укладанням пружних теплозахисних шнурів в пази панелей до їх монтажу, з урахуванням найбільш важливих критеріїв оптимальності: мінімуму витрат праці та машинного часу і мінімуму вартості.

**Апробація роботи.** Основні положення роботи опубліковані на XXIV науково-технічній конференції студентів, магістрантів, аспірантів, молодих вчених та викладачів ІІ ЗНУ у секції «Проблеми сучасного будівництва екологічної безпеки та охорони праці» (2019, м. Запоріжжя).

**Структура роботи.** Структурно робота складається з вступу, трьох розділів, висновків. Загальний обсяг 93 сторінок. Включає 40 рисунків, 4 таблиці, список використаних джерел з 45 пунктів.

# РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СТАНУ ПРОЦЕСІВ ЗВЕДЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ З ІНДУСТРІАЛЬНИХ СЕНДВІЧ-ПАНЕЛЕЙ В УКРАЇНІ ТА ЗА КОРДОНОМ

## 1.1 Роль і місце швидкокомтованих будівель і сендвіч-панелей в будівельному комплексі

Як показали дослідження автором виявлених по темі існуючих літературних джерел [12,13,35-38], швидкобудуюємі будівлі та в т.ч. індивідуальні житлові будинки грають важливу роль в будівельному комплексі України.

Виходячи з існуючих науково-методичних розробок в області швидкокомтованих будівель [2, 39-42, 43] в магістерському дослідженні прийнятий наступний основний понятійний і термінологічний апарат, який відображає специфіку об'єкту і предмет дослідження.

Сендвіч-панелі - багат шарові плоскі будівельні конструкції, що складаються з каркаса, утеплювача і обшивок

Швидкокомтовані будівлі - сукупність будівель і споруд з індустріальних швидкокомтованих конструкцій з термінами їх будівництва меншими нормативних, передбачених для традиційних капітальних об'єктів.

Мобільний комплекс - сукупність мобільних будівель і (або) споруд, призначених для виконання взаємозалежних експлуатаційних задач.

Мобільний будівлю або споруду - будівлю або споруду комплектної "заводської" поставки, конструкція якого забезпечує можливість його передислокації.

Контейнерне будівлю або споруду - мобільне будівлю або споруду, що складається з одного блок-контейнера повної заводської готовності, передислоцїруемое на будь-яких придатних транспортних засобах, в тому числі на власній ходової частини.

Збірно-розбірні будівля або споруда - мобільне будівлю або споруду, що

складається з окремих блоків-контейнерів, плоских і лінійних елементів або їхніх сполук, з'єднаних в конструктивну систему на місці експлуатації.

Мобільна конструктивна система - сукупність уніфікованих конструктивних елементів заводського виготовлення, пов'язаних функціонально і забезпечують створення мобільних будівель, відповідних заданій номенклатурі.

Автором виявлені і критично проаналізовані кваліфікаційні та дисертаційні роботи по близькій до розв'язуваної наукової задачі тематиці [3, 10, 15, 25-28]. З цього аналізу можна зробити наступні висновки.

Активна технічна політика держави, уряду України і приватних фірм, спрямована на підвищення ефективності будівництва мобільних об'єктів нового покоління, обумовлена їх високою ефективністю в порівнянні з варіантом тимчасових, неіндустріальний і немобільних споруд. Так, за оцінками ряду вчених ЦНИИОМТП [18, 19], за весь життєвий цикл мобільних будівель з урахуванням їх оборотності може бути досягнутий такий економічний ефект на 1 м<sup>2</sup> загальної площі: за наведеними витратами - 400 грн; по трудовим затратам - 70 люд.-год; по витраті металу і лісоматеріалів - 70 кг і 1,85 м<sup>3</sup> відповідно.

Дослідження проблеми в масштабі України показали, що до 2011 року швидкобудуюємі об'єкти виготовляються більш ніж на 200 спеціалізованих підприємствах різних міністерств і відомств, основними з яких є наступні: Міністерство енергетики, Міністерство лісової промисловості, Міністерство шляхів сполучень, Міністерство внутрішніх справ, РАО «Нафтогаз» і Міністерство оборони [19, 28].

Так, аналіз свідчить, що в країні використовується 28 основних швидко-монтажних конструктивних систем, що включають 20 систем контейнерного і 8 систем збірно-розбірних типів. Згідно даних серії будівельних каталогів колишнього Держбуду України класу СК-6 [30-35], на основі даних систем випускаються більше 270 різновидів конкретних будівель і споруд, що розрізняються за функціональним призначенням, місткістю, кліматичному виконанню, вартості

та іншими техніко-економічними показниками. Обсяг виробництва на підприємствах варіюється в широкому діапазоні - від однієї до двохсот тисяч м загальної площі об'єктів на рік, що дозволяє говорити про ситуацію в будівельному комплексі країни спеціальної галузі індустрії - мобільного домобудівництва або галузі швидкокомтованих комплексів. З цього випливає завдання наукового обґрунтування для вибору найбільш ефективних систем в кожному конкретному випадку.

У той же час, з огляду на аналіз проблеми [19, 25, 27], до сих пір забезпеченість будівельно-монтажних організацій становить, в середньому по країні, всього 50-55% від розрахунково-нормативного рівня. Таке положення ставить робітників-будівельників в менш вигідні умови в порівнянні з робочими більшості галузей промисловості і тягне за собою негативні соціально-економічні наслідки. Особливо істотно даний фактор проявляється в необжитих і неосвоєних районах будівництва на Далекому Сході і Крайній Півночі. За деякими оцінками [8, 12], в таких умовах на облаштування будівельників і їх сімей витрачається не менше 20-30% всього часу будівництва.

У зв'язку з цим, проаналізуємо стану застосування основних швидкокомтованих конструктивних систем більш докладно і виявимо їх переваги, недоліки та можливість їх ефективного використання в будівництві котеджів.

Так, за функціональним призначенням всі бистровозводиміє будівлі представлені п'ятьма групами: житлові, громадські, виробничі, складські та допоміжні.

За типом конструктивного рішення все бистровозводиміє будівлі класифікуються на два типи: контейнерні і збірно-розбірні.

Проаналізувавши системи «Дніпро», «Меліоратор», «Комфорт», «420-100», «420-10», «Енергетик», «Лісник» і «Геолог» з точки зору їх відповідності вимогам ГОСТ, СНиП та ВСН [39-42], а також з урахуванням особливостей котеджного будівництва можна виявити їх наступні недоліки:

відсутність в базових конструкціях збірно-розбірних рам не дозволяє формувати в котеджах вкливопролітні зальні приміщення;

більшість систем не передбачає можливість монтажу двоповерхових котеджів, що є актуальною проблемою для сучасної високоплотной забудови в Санкт-Петербурзі та інших великих містах;

відсутність практики випуску і експлуатації представницького параметричного ряду будівель житлового призначення по кожній системі, яка є критерієм перевірки обґрунтованості теоретичних концепцій, закладених в конструкції.

Крім того, до 2011р. в Україні необхідно зазначити наступне:

відсутня практика виготовлення широкого спектру комплектів котеджів;

велику вагу об'ємних блоків вимагає при монтажі і демонтажі спеціального кранового обладнання;

відсутність ходової частини на багатьох блоках виключає передислокацію по бездоріжжю і Несерійні видами транспорту, що є актом-альних для розгортання будівель в разі слаборозвиненою транспортної інфраструктури Ленінградської та інших областей;

питомі показники вартості передислокації контейнерів значно перевищують аналогічні показники порівнянних збірно-розбірних систем;

підвищена витрата стали призводить до збільшення ваги і трудомісткості монтажу, а також до підвищення оптової ціни комплексу;

підвищена витрата лісоматеріалів впливає на зниження ступеня вогнестійкості, довговічності і надійності конструкцій;

технологічні рішення зведення сендвіч-панелей не оптимізованим за критеріями мінімуму трудомісткості і вартості.

Таким чином, виконавши на першому етапі дослідження за оцінкою серійно випускаються будівель контейнерного типу і слідуючи прийнятої логіці

вивчення, перейдемо до другого етапу і розгляду наступного типу швидко-зводяться - збірно-розбірних систем на основі сендвіч-панелей.

Як впливає з аналізу літературних джерел [2,14-19, 24-29], підприємства України виготовляють десятки різних систем, у яких розкид показників по використанню основних матеріалів необгрунтовано великий. Найбільш це характерно для контейнерних систем. Так, з 20 проаналізованих основних систем показники витрати стали становлять від 10 до 86 кг / м<sup>2</sup> для систем «Тайга» і «ЦУБ» (різниця в 8,6 раз), а показники витрати лісоматеріалів - від 0,08 до 0,95 м<sup>3</sup> / м<sup>2</sup> для систем «УНІВЕРСАЛ» і «420-10» (різниця в 11,9 разів). Крім того, заводська трудомісткість виготовлення коливається також в надзвичайно великому інтервалі від 41 до 20,4 норм-год / м<sup>2</sup> для систем «ДНІПРО» і «ГЕОЛОГ» (різниця в 5 разів). Схожі оцінки мають і збірно-розбірні системи. Так, з 13 досліджених систем показники витрати стали знаходяться в межах від 24,9 до 92,5 кг / м<sup>2</sup> для систем «МОДУЛЬ» і «УСРЗ-24» (різниця в 3,7 рази), а значення найважливішого, системного показника трудомісткості монтажу - в інтервалі від 0,12 до 0,94 люд.-год / м<sup>2</sup> для систем «УКБ» і «уЮ-12» (різниця в 7,8 раз).

Це свідчить про недостатньо ефективне використання методів оптимізації розрахунків при розробці конструктивних рішень; при перевитраті матеріалів і невиправданому розрахунку окремих конструкцій, на термін служби, що перевищує нормативний (як правило, до 20 років) для будівлі в цілому.

Комплекс даних вимог відображений в ГОСТах, Сніпах і СН [39-44, 45] і містить значну кількість різноспрямованих показників якості. Так, наприклад, вимога підвищення ступеня заводської готовності і темпу монтажу неминуче вступає в протиріччя з вимогою зниження вартості комплекту і т.д. З огляду на принципи загального діалектичного розвитку і матеріалізму, виявлені недоліки одночасно є напрямками подальшого вдосконалення, в якості яких і доцільно їх розглядати в подальшому магістерському дослідженні.

Аналіз джерел [19, 25, 26, 30-38.40] показав, що зарубіжні вчені також внесли істотний внесок у розвиток науки і практики будівництва котеджів з



сендвіч-панелей.

Так, в роботах японських і французьких учених Ф. ОТТО, М. Рагон, К. Танге і А. Квормбі розглянуті питання використання пневматичних і каркасно-панельних структур з біонічними принципами і пластмасовими матеріалами. Ще в 1948 році США були зведені перші реальні повітряноопорні об'єкти для військових і цивільних цілей і організована, по суті, піонерная фірма з випуску "таких об'єктів. У Європі перше пневмосооруженіє з'явилося в 1958 році на Брюссельській Всесвітній виставці, яка виготовила американська фірма « IRVING » , а потім почалося інтенсивне освоєння легких надувних об'єктів в багатьох країнах світу. Англійські зенітники в 1938-1939 рр. широко використовували надувні купола діаметром 6-9 м в якості тренажерів, проектуючи на їх сферичну поверхню ільм з кадрами атакуючих літаків.

Пневматичні споруди зводилися замість капітальних будівель з традиційних дерев'яних, металевих і кам'яних матеріалів в тих випадках, коли час, відведений на будівництво, вимірюється годинами або цілодобово, а також, коли заздалегідь відомо, що термін функціонування споруди на даному майданчику не тривалий. Можливість передислокації на одному автомобілі або одному літаку і монтажу всього за кілька годин визначили область застосування за кордоном на першому етапі як споруд польового типу, швидкокомонтованих на необжитих майданчиках віддалених районів країн.

Однак, як показує сучасний досвід, сьогодні в США, Європі і Японії кількість пневмооб'єктів постійного призначення досягло вже кількох тисяч одиниць.

Дослідження виявило, що в зарубіжній практиці визначилися такі основні напрямки ефективного використання швидкокомонтованих будівель в конкурентному середовищі:

1) тимчасові житлові будинки та громадські будівлі при стихійних лихах і катастрофах - медпункти, їдальні, укриття, склади, лазні, пральні, штаби;

2) тимчасові житлові поселення довготривалого характеру - пересувні будинки-трейлери, їдальні, кафе, мотелі, кемпінги, пральні, лазні, склади, спортивні комплекси, готелі, гуртожитки, магазини, медпункти;

3) склади і сховища промислової продукції, сільськогосподарських продуктів, сировини, кормів, добрив в період сільськогосподарських робіт;

4) об'єкти розквартирування працюючого персоналу на будівельно-монтажних майданчиках для виконання робіт - тимчасові містечка будівельників, тепляки для зимових процесів, опалубка для конструкцій з бетону і напиллюються пластмас, тимчасові купола, склепіння і складки;

5) покриття стаціонарних громадських і спортивних споруд - тенісні корти, ринги, ігрові майданчики, плавальні басейни, бігові та крижані доріжки, хокейні поля, кінноспортивні манежі, стадіони, концертні зали;

б) швидкобудуюємі військові містечка для тривалої дислокації військових баз сухопутних військ і підрозділів авіації і флоту на території зарубіжних країн - НАТО в Європі, Азії та Африці.

Згідно з даними [55, 133-136], до 30% пневмосооруженій служать для громадських цілей, до 30% - для потреб промисловості, 30% - для військових цілей і 10% - для виставок. Відповідно до німецькими оцінками, до 69% надувних об'єктів в країні призначені для складських приміщень, до 13% - для спортивних споруд, до 18% - для інших цілей. При цьому вартість серійного комплексу будівель, наприклад, фірми «AIR-TECH» (США) коливається в залежності від їх розмірів від 15 до 30 \$ / м<sup>2</sup> [60]. Як показали оцінки, криві даних залежностей виявляють інтенсивну економічну особливість: питома вартість істотно падає зі збільшенням прольоту. Так, наприклад, питома вартість комплексу площею 150 м<sup>2</sup> - 18-20 \$ / м<sup>2</sup>, площею 300 м<sup>2</sup> - 13-15 \$ / м<sup>2</sup>, тобто при збільшенні площі приблизно в 2-3 рази ціна зменшується орієнтовно в 1,5-1, 2 рази.

Цікаві результати виходять при порівнянні ціни і трудомісткості монтажу і демонтажу американських пневмооб'єктів з вітчизняними надувними і бистро-возводітьмі об'єктами.

Так, вартість вітчизняного споруди А-18-С розмірами 48x18x9 м дорівнює 27,5 тис. грн., що становить 51 руб / м<sup>2</sup>, а ціна порівнянного аналога США - 1,2 \$ / м<sup>2</sup>. Як показали сучасні оцінки, станом на 2004 рік, вартість комплексу порівнянного по планувальним характеристикам гуртожитку збірно-розбірний системи «Модуль» досягла 100-120 \$ / м<sup>2</sup>. Таким чином, питома вартість зарубіжних пневмосистем приблизно в 1,5-2,5 рази менше вітчизняних швидко-монтажних споруд [44].

Мінімальні рівні питомої трудомісткості монтажу універсальних збірно-розбірних систем мають комплекси «Модуль» - 0,25 і «УСРЗ-2» - 0,32 люд.-год / м<sup>2</sup>. За оцінками [21-23], мінімальна трудомісткість монтажу серійних вітчизняних контейнерних будівель становить 0,02-0,1 люд.-год / м<sup>2</sup> для систем «Піонер», «Нева» і «Універсал». У той же час, за даними [2, 3, 14], швидкість розгортання кращих зразків зарубіжних пневмосистем досягає 0,01-0,02 люд.-год / м<sup>2</sup>, що в 2-5 разів швидше контейнерних і в 15-20 разів збірно розбірних будівель вітчизняного виробництва. Звернемо увагу на той факт, що темп монтажу і демонтажу є в більшості практичних сфер використання основних ефектообразуючим фактором, незважаючи на безумовну важливість і інших груп чинників, зокрема наведених витрат на монтаж та експлуатацію, надійності і т.д.

Дослідження автора показали, що в області пневмооб'єктів провідними виробниками в світі є фірми «Бердейр» (США, м Бостон), «Крупп» (Німеччина, м Ратінгент) і «Тайо Когио» (Японія, м Осака). Максимальна довжина побудованих пневмосооруженій становить 220 м (США, 1975 г.), ширина або діаметр 168,3 м (США, 1975 г.) і висота - 49 м (США, 1962 г.) [19-25].

Однак необхідно відзначити, що сучасні експлуатуються зарубіжні швидкобудуюємі будівлі не обмежуються використанням тільки пневматичних споруд. Як показав аналіз літературних джерел. [2, 3, 19, 40-44], широке застосування знайшли також контейнерні, збірно розбірні і тентові системи. З аналізу цих даних випливає, що всі розвинуті країни світу використовують різні системи

власних оригінальних розробок, що підкреслює актуальність розв'язуваної в кваліфікаційній роботі наукової задачі ще раз. Представлені відомості свідчать також про різноманітні конструктивних типах, габаритних розмірах і областях застосування швидкокомтованих будинків.

Перш за все, слід підкреслити великі обсяги виробництва мобільних будівель. Так, наприклад, за даними [18, 20] американська асоціація «більшо Зігрій.» Виготовляє понад 30 тис. Контейнерів щорічно. Якщо порівняти дані обсяги з вітчизняною практикою, то результати показують, що дані показники в кілька разів перевищують виробництво вітчизняних блоків у всіх міністерствах і відомствах країни, разом узятих [19].

Аналіз виявлених джерел показав, що дослідження англійських і німецьких учених І. Фрідмана, П. Моргана, Ж. Канділіса, С. Вудса і У. Чока присвячені широкому колу проблем практичного використання складних будівель з використанням «зростаючих» елементів, пристосовуються до мінливих зовнішніх умов. Так, в роботах італійських та іспанських дослідників П. Солері, І. Бласко, С. Міллера і Р. Штромера розглянуті питання схильних до трансформації несучих і огорожувальних будівельних конструкцій.

Аналіз виявлених даних показує неухильне зростання мобільного житлового будівництва в загальній структурі житлового будівництва США. По суті, виробництво різноманітних по техніко-економічними показниками контейнерних будинків, трейлерів із закріпленою ходовою частиною і збірно розбірного житла перетворилося в інтенсивно розвивається і самостійну галузь національної економіки і становить близько 90% від загального обсягу швидкокомтованих будівництва США.

Проводячи дослідження за оцінкою, в основному, загальногромадянської сфери застосування швидкокомтованих будинків за кордоном, необхідно проаналізувати і особливу область їх використання іноземними арміями при веденні бойових дій в масштабах локальних збройних конфліктах, зокрема, в Іраку в 1991 і 1999 і 2003 рр., а також в Афганістані в 2001 р

Розглянемо специфічні особливості застосування швидкокомтованих будівель при базуванні угруповання багатонаціональних сил і американської армії в ході операції «Щит пустелі» ( «Буря в пустелі») в 1991 році і «Ліси в пустелі» в 1999 р за даними.

По-перше, виявлено, що Збройні Сили США і країн НАТО здатні в найкоротші терміни розгорнути на будь-якому, в тому числі віддаленому і складному в природно-кліматичному відношенні театрі військових дій потужне угруповання сухопутних військ, військово-повітряних і військово-морських сил за рахунок ефективного використання табельних швидкокомтованих комплексів (600 тис. чол.).

По-друге, встановлено, що існуюча технологія зведення будівель для базування військ, прийнята в США, заснована, з одного боку, на використанні табельних засобів бойових частин (намети й похідні кухні), а з іншого боку, на повнозбірних і мобільних спорудах, що перебувають на військових складах в США, на військових базах інших держав і на кораблях-складах. Основними показниками цих систем є: міцність, легкість, транспортабельність, швидка збірка і розбирання силами військ без застосування вантажопідйомних механізмів.

По-третє, висока надійність конструктивно-технологічних рішень швидкокомтованих будівель, розвинена система мобільних опріснювальних, водонасосних і знезаражувальних установок, створення завчасних запасів постійно готових до експлуатації комплектів, а також налагоджена система їх функціонування забезпечують досягнення високих темпів розгортання військ і містечок.

Таким чином, в цьому розділі виконано дослідження і встановлена актуальність будівництва швидкокомтованих будівель і в т.ч. індивідуальних житлових будинків з сендвіч-панелей в Україні і за кордоном.

## 1.2 Вимоги, що пред'являються до моделей і методів оцінки ефективності зведення індивідуальних житлових будинків з сендвіч-панелей

Грунтуючись на результатах аналізу стану будівництва швидкокомтованих будівель (п. 1.1.), А також з огляду на виявлені наукові рекомендації в джерелах [1, 20-22, 25-27, 29-31], автором розроблені вимоги, які слід пред'являти до моделей і методів оцінки ефективності застосування сендвіч-панелей в швидкокомтованих будівлях.

Система запропонованих вимог відображена автором в табл. 1.1.

Як впливає з аналізу розроблених автором кваліфікаційної роботи вимог, що містяться в табл. 1.1, необхідно враховувати не тільки загальні, а й спеціальні вимоги, що впливають із специфічних особливостей будівельних процесів зведення котеджів з сендвіч-панелей і умов їх експлуатації в конкурентному середовищі.

Таблиця 1.1 - Вимоги, що пред'являються до моделей і методів оцінки ефективності застосування сендвіч-панелей в швидкокомтованих будівлях

Предмет дослідження	Найменування вимоги	Метод оцінки вимог
1	2	3
I. Система критеріїв оцінки ефективності будівництва котеджів на основі сендвіч панелей. 1.1. Виготовлення. 1.2. Транспортування.	1. Загальні вимоги 1.1. Наявність інтегрального критерію якості. 1.2. Наявність узагальнених критеріїв якості. 1.3. наявність диференціальних	1. Ієрархічна система критеріїв. 2.Оценка коефіцієнтів вагомості критеріїв
1.4. Демонтаж. 1.5. Експлуатація. 1.6. Завершення терміну експлуатації.	1.4. Кількісна форма критеріїв. 1.5. Порівнянність одиниць виміру всіх критеріїв 1.6. Значимість (вагомість) критеріїв.	
	2. Спеціальні вимоги 2.1. Облік варіантів	

Продовження табл. 1.1

1	2	3
	<p>застосування сендвіч-панелей в новому будівництві котеджів, при реконструкції і в надзвичайних ситуаціях.</p> <p>2.2. Облік конкурентного середовища.</p>	
<p>II. Система моделей оцінки ефективності будівництва котеджів з сендвіч-панелей.</p> <p>II.1. Прогнозування.</p> <p>II.2. Планування.</p> <p>II.3. Поточне планування.</p> <p>II.4. Оперативне керування.</p> <p>II.5. Регулювання, облік, аналіз.</p>	<p>1. Загальні вимоги</p> <p>1.1. Адекватність.</p> <p>1.2. Інформаційна достатність.</p> <p>1.3. Множинність.</p> <p>1.4. Здійсненність.</p> <p>1.5. Можливість моделювання на комп'ютері.</p> <p>1.6. Мінімум затрат при використанні моделей.</p> <p>2. Спеціальні вимоги.</p> <p>2.1. Облік чинників ризику.</p> <p>2.2. Облік невизначених факторів впливу (погода і інші).</p> <p>2.3. Облік всіх етапів життєвого циклу котеджу.</p> <p>2.4. Облік різних варіантів будівництва котеджів з сендвіч-панелей.</p> <p>2.5. Облік різних варіантів збірно-розбірних сендвіч-панелей.</p>	<p>1. Системний підхід до методології формування моделей.</p> <p>2. Аксиологічна (ціннісна) спрямованість моделей.</p>
<p>II. Система методів визначення ефективності будівництва котеджів з сендвіч-панелей.</p> <p>III. 1. Прогнозування.</p> <p>III.2. Планування.</p> <p>III.3. Оцінка.</p> <p>III.4. Корекція.</p> <p>III.5. Регулювання, аналіз.</p>	<p>1. Загальні вимоги.</p> <p>1.1. Адекватність.</p> <p>1.2. Інформаційна достатність.</p> <p>1.3. Простота використання.</p> <p>1.4. Мінімум затрат при використанні.</p> <p>1.5. Можливість комп'ютерної обробки.</p> <p>2. Спеціальні вимоги.</p> <p>2.1. Можливість поновлення</p>	<p>1. Кількісна форма визначення ефективності.</p> <p>2. Працює з порівнюваних варіантів.</p> <p>3. Системний підхід до формування «витрат» і «результатів» при зведенні котеджів з сендвіч-панелей.</p>

Продовження табл.1.1

1	2	3
	комп'ютерних версій. 2.2. Облік комплексу заходів щодо мінімізації ризиків в конкурентному середовищі. 2.3. Оцінка компетентності експертів. 2.4. Оцінка узгодженості думок експертів. 2.5. Оцінка достовірності результатів оцінок. 2.6. Облік збірно-розбірних сендвіч-панелей.	

З огляду на ряд системних вимог [39, 42], моделі і методи повинні також відповідати сукупності таких вимог:

- 1) всебічне наукове обґрунтування розв'язуваної наукової задачі з позицій не тільки швидкокомтованих котеджів, але і кінцевих цілей будівельної галузі;
- 2) визначення найбільш істотних тенденцій науково-технічного, економічного і соціального розвитку будівельних процесів зведення котеджів;
- 3) кількісна формалізована оцінка ефективності технологічних рішень зведення котеджів з сендвіч-панелей
- 4) орієнтовані терміни реалізації ефекту;
- 5) опис і обґрунтування різних альтернатив, висновків і узагальнюючих оцінок.

Далі автор пропонує врахувати, що для того, щоб відповідати сукупності даних вимог, що розробляються в цій кваліфікаційній роботі, моделі повинні починатися певним принципом як найбільш загальними правилами і нормами раціональних технічних рішень, відібраним і обробленим на практиці. Ці принципи впливають з діалектичного методу пізнання і його універсальних принципів.

З огляду на результати, отримані в дослідженнях Вагер Б.Г., Варламова



Н.В., Карпова В.В. і Субетто А.І. [20-26, 30,35, 40], автор пропонує розглянути таку класифікацію методів оцінки ефективності зведення котеджів з сендвіч-панелей, відображену нижче.

Як впливає з аналізу даних, всі методи оцінки за ступенем формалізації автор пропонує ділити на інтуїтивні (експертні) і формалізованих (фактографічні).

Інтуїтивні методи необхідно застосовувати тоді, коли об'єкт оцінки (котеджі) настільки складний, що аналітично врахувати вплив різноманітних факторів не представляється можливим. В цьому випадку використовуються оцінки експертів, які можуть бути отримані за допомогою двох методів - індивідуальних і колективних оцінок.

До складу індивідуальних експертних методів входять наступні чотири методи, що розрізняються за способом отримання інформації:

а) метод інтерв'ю, при якому здійснюється безпосередній контакт експерта з фахівцем за схемою "питання-відповідь";

б) аналітичний метод, що вимагає логічного аналізу і синтезу прогнозованої ситуації;

До методів колективних експертних оцінок автор відносить:

в) метод побудови сценаріїв, який заснований на визначенні логіки розвитку будівельного процесу монтажу котеджів з сендвіч-панелей в часі при різних умовах;

г) метод віртуальних ігор, при якому здійснюється ігрове розгляд процесів майбутнього за допомогою моделювання різних варіантів монтажу котеджів з сендвіч-панелей в системі комп'ютер-людина.

З урахуванням специфіки котеджного будівництва і особливостей сендвіч панелей до методів колективних експертних оцінок автор кваліфікаційної роботи пропонує відносити:

а) моделі-ігри;

б) метод колективної генерації ідей;

- в) метод «Дельфи»;
- г) метод мозкової атаки.

Переваги кожної групи методів полягають в тому, що при колективному мисленні підвищується точність і виникає можливість появи нових продуктивних ідей при обробці незалежних індивідуальних оцінок.

Клас формалізованих методів в залежності від загальних принципів побудови оцінок автор пропонує поділяти на наступні чотири групи методів: екстраполяційні, системні, асоціативні і методи випереджаючої інформації.

Методи екстраполяції включають в себе:

- 1) метод найменших квадратів (МНК);
- 2) метод імовірнісного моделювання процесів монтажу сендвіч панелей;
- 3) метод адаптивного згладжування;
- 4) метод експоненціального згладжування;
- 5) метод ковзних середніх.

Групу системних методів складають такі адекватні об'єкту магістерського дослідження методи:

- 1) морфологічного аналізу;
- 2) мережевий метод;
- 3) метод функціональних моделей;
- 4) матричний метод;
- 5) метод дерев цілей.

Асоціативні методи поділяються на методи історично-логічного аналізу та імітаційного моделювання.

До групи методів випереджаючої інформації автором відносяться патентні методи, методи аналізу потоків інформації із загальнотехнічних джерел і методи оцінки значущості винаходів в області технологічних рішень зведення котеджів з сендвіч-панелей.

Слід підкреслити, що складність сучасних будівельних процесів обумовлює особливе місце в класифікації методів оцінок спеціальних, комбінованих

методів, які поєднують в собі переваги різних методів. Це можуть бути, наприклад, колективні експертні оцінки совмест- але з методом імовірнісного моделювання або метод побудови сценаріїв з імітаційним моделюванням. При оцінці будівель доцільно використовувати загальні для науково-технічного аналізу методи в цілому в поєднанні з тими методами, переваги яких дозволяють найбільш точно і достовірно побудувати оцінку з урахуванням специфіки швидкокомонтованих будівель.

Як показали дослідження джерел [1, 2, 29, 32, 34, 40-44], прийняття того чи іншого методу оцінки залежить в основному від наступних чотирьох факторів, відображених на рис. 1.1.

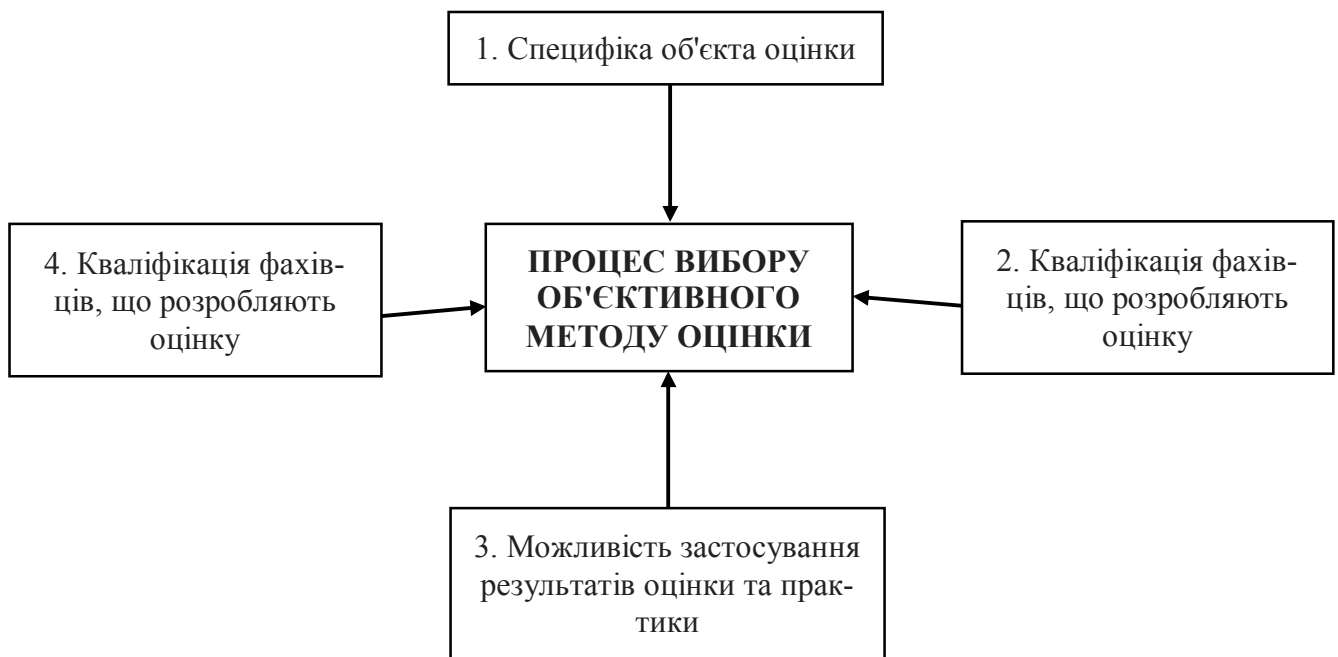


Рисунок 1.1 - Система основних факторів, що впливають на процес вибору адекватного методу моделювання вдосконалених технологічних рішень зведення котеджів з індустриальних сендвіч-панелей

Як впливає з результатів аналізу теоретичних і практичних розробок [1, 25, 35, 40], доцільно виділення наступних трьох показників для визначення якості технологічних рішень: точності, надійності і цінності.

Точність оцінки визначається величиною інтервалу, в межах якого знаходяться її параметри.

Надійність оцінки характеризується ймовірністю, з якою параметри можуть виявитися в пророкує з точністю інтервалі.

Цінність оцінки визначається ефективністю і обумовленістю управлінських рішень, що приймаються на основі результатів оцінки.

Отже, при використанні однієї і тієї ж моделі підвищення точності оцінки зменшує її надійність, а цінність оцінки, навпаки, як правило, підвищується зі збільшенням її точності.

Вплив помилки різного роду. Так, статистичні помилки визначають відхилення показників від їх фактичних значень, а динамічні помилки характеризують спотворення в траєкторії розвитку об'єкта. При цьому, як правило, статистичні помилки знижують точність і надійність оцінки, але в меншій мірі впливають на її цінність. Важливо підкреслити, що цінність оцінки знижується, якщо в її основі лежать невірні припущення про динамічних співвідношеннях модельованих параметрів технологічних рішень монтажу котеджів з сендвіч-панелей.

Таким чином, в цьому розділі автором виявлені методи і фактори впливу та розроблені вимоги, які дозволять далі розробити достовірні моделі вдосконалених технологічних рішень зведення індивідуальних житлових будинків з індустріальних сендвіч-панелей.

### **1.3 Оцінка стану існуючих моделей технологій зведення індивідуальних житлових будинків з сендвіч-панелей**

Розглянемо більш докладно виявлені теоретичні розробки в області технологій зведення котеджів з сендвіч-панелей.

Вперше інтенсивними теоретичними і практичними дослідженнями в галузі використання швидкокомтованих будівель почали займатися вчені в 60-і

роки. Саме до цього періоду відносяться наукові праці Афоніна П.І., Огороднікова Ю.Г., Кузьміна Е.П., Шевякова Л.С. та інших вчених [9, 19, 30]. Основа наукової школи з проблеми розвитку і вдосконалення будівель для оперативного облаштування, перш за все, військово-будівельних частин МО, була закладена в Ленінградському вищому військовому інженерному будівельному Червонопрапорному училищі імені генерала армії А. Н. Комаровського (нині - Військовий інженерно-технічний університет, ВІТУ МО України). Праці даних вчених були присвячені створенню нових військових будівель з контейнерів і об'ємних елементів, а також мобільними бетонозмішувальні установками і заводам товарного бетону.

Особливе місце в дослідженнях проблем мобільних комплексів займають роботи Карасьова Н. Н., який займався обґрунтуванням шляхів вирішення проблем розвитку і вдосконалення мобільних комплексів на основі універсальних збірно-розбірних конструктивних систем [19-22]. Ним розроблені основи теорії системного підходу до проектування, розроблені загальні принципи методу відкритої типізації, обґрунтовано теоретичні підходи до проектування мобільних комплексів як технічних систем, розкрита фізична сутність поняття «мобільність» і визначено його місце в універсальній матриці розмірності фізичних величин в системі Бартіні- Кузнєцова.

У працях ВаГер Б.Г. [24-26] досліджені питання математичного моделювання, методів і комплексів програм, а також чисельні підходи до вирішення конкретних прикладних задач, стосовно котеджного будівництва.

Дослідження Карпова В.В. [33, 34] присвячені математичним завданням будівельного профілю та чисельних методів їх дослідження, математичній обробці експериментів і їх планування.

Праці Коробейникова А.В. [33, 34] і Фролькіса В.А. [34] містять рішення задач теорії і методів систематизації для експериментів і відображають математичні підходи та досліджень будівельних процесів.

Праці Казакова Ю. Н. присвячені проблемам прогнозу розвитку технологій швидкокомонтованих будівель в майбутньому, а також моделям оптимізації процесів іозведення збірно-розбірних і контейнерних споруд з урахуванням комплексу організаційно-технологічних факторів [25-28].

В теорії швидкісного зведення об'єктів спеціального будівництва Афанасьєва В.А., СПбГАСУ [7, 8], оцінка основних складових частин цього вчення свідчить про те, що в результаті широких теоретичних і практичних досліджень вирішена проблема підвищення темпів зведення будівельних комплексів. Слід підкреслити практичну реалізацію вирішеної проблеми в нормативно-методичних і довідкових документах з проектування організації робіт за допомогою ЕОМ ще в 1975 р Головним завданням в теорії було розкриття потенціалів організаційного та управлінського рівня будівництва. Однак питання наукового обґрунтування раціональних технологічних рішень зведення котеджів з сендвіч-панелей в сучасних ринкових відносинах залишилися не вирішеними.

Відома теорія оптимізації мобільних будівель по будівельних майданчиках з урахуванням різних конструктивних типів об'єктів Олійника П.П., ЦНИИОМТП, відображена в каталогах [35-39].

Критичний аналіз автором кваліфікаційної роботи основних положень даного вчення показало, що в постановку задачі не входило розкриття закономірностей вдосконалення технологій збірно-розбірних, контейнерних, пневматичних і тентових конструктивних систем. З урахуванням специфіки розв'язуваної в цій кваліфікаційній роботі автором наукової задачі, виконані облік винахідницької діяльності в галузі створення нових систем, а також комплексний розгляд принципів будівництва мобільних будівель нового покоління з урахуванням конкурентного середовища. Однак теоретичне узагальнення по кваліметрической оцінці якості серійно випускаються мобільних будівель та обґрунтування практичних раціональних технологічних рекомендацій щодо їх застосування в будівництві індивідуальних житлових будинків.

Розроблено та науково-технічні основи економічного обґрунтування раціональних рішень об'єктів (Васильєв В.М. та ін. [14]).

Оцінка базових принципів цієї теорії свідчить про рішення актуальної економічної проблеми обґрунтування економічного ефекту від впровадження мобільних виробничих потужностей не тільки в будівельній галузі країни, але і машинобудуванні, видобувних галузях і лісовому господарстві. Однак, слід зазначити, що в коло вирішуваних завдань не входили наукові завдання обґрунтування вдосконалених технологічних рішень зведення котеджів з сендвіч-панелей. Крім того, виявлення об'єктивних законів їх розвитку на основі історично-логічного і патентного аналізу з виявленням перспективних тенденцій в області їх вдосконалення не проводилося. Розробка практичних рекомендацій щодо підвищення ефективності котеджного будівництва з урахуванням критерію мінімізації трудомісткості і вартості не провадилась.

Відома теорія підвищення ефективності-функціонування мобільних будівельно-монтажних організацій Прикіна Б. В. та ін., МГСУ [48].

Критичне дослідження автором основних положень даного вчення показало вирішення важливої народно-господарської проблеми, однак, з огляду на специфіку об'єкта магістерського дослідження, в коло оцінюваних завдань

не ввійшли завдання розробки моделей і методики обґрунтування вдосконаленого технологічного рішення зведення котеджів з сендвіч-панелей.

Далі, як показав аналіз автором виявлених літературних джерел, в роботах Темнова В.Г. [115] досліджено теоретичні проблеми технологій зведення мобільних багатофункціональних систем бионического типу. Є експериментальні зразки подібних споруд в Санкт-Петербурзі і в СПбГАСУ.

Дослідження Єрмолова В.В. [19] присвячені не тільки теоретичним, а й практичним питанням застосування повітрянаповнюваних і воздуходесомих споруд в Україні і за кордоном. Запропоновано не тільки раціональні форми і

конструкції оболонки, але і методики їх розрахунку, а також технологічні операції з монтажу, демонтажу та передислокації оболонки і вентиляційних установок.

У роботах Саприкіної Н. А. [104] глибоко досліджені принципи та будівництва змінюваних архітектурних об'єктів з жорсткими і гнучкими кінематичними системами, сформульовані базові вимоги та критерії оцінки біотектонічних систем.

Однак, як показали оцінки джерел [19, 50-51, 92], в даний час дані розробки поки не знайшли широкого застосування в практиці інвестиційно-будівельного комплексу міст через особливості соціально-економічного і науково-технічного розвитку України.

У роботах Большеротова А. Л. і Лебедевої Н. І. [19] досліджено широке коло питань, пов'язаних з технологією зведення виробничих будівель у формі пересувних промислових баз будіндустрії на основі збірно-розбірних систем «Модуль», «УКС» і «Уіз». Обґрунтовано принципи формування функціональних зон і перспективні напрямки вдосконалення конструктивних рішень, запропоновані технологічні ідеї по

використання пластмасових матеріалів в каркасі і зовнішніх огорожувальних конструкцій контейнерних споруд.

Дослідження Ткаченко І.М., Слюсаренко Ю.Г., Аметова Ю.Г. [19, 97] присвячені проблемами створення складаються секцій комплектних будівель СКЗ і БКЗ прольотами 12,18 і 24 м для звичайних і північних районів. Обґрунтовано технічні рішення по використанню різних типів легких огорожувальних конструкцій в панелях, технології прискореного монтажу і демонтажу шарнірних секцій, проведені комплексні механічні та теплофізичні обстеження експериментальних зразків.

У роботах Хацкевича К.Г., Казанцева І.А., Котюковой Т.М., Коновалова С.І. [19, 25] обґрунтовано пропозиції щодо високомобільним комплексам з



м'якими захисними конструкціями з ефективних матеріалів, проведено експериментальні оцінки зразків конструкцій пересувного блоку «Звід» і складаний осередку «Юрта», які можуть функціонувати в автономному режимі і блокуватися в вахтові комплекси. Розроблено перспективні технічні рішення для збірно-розбірних рам прольотом до 24,65 м, які збираються з однотипних модулів з уніфікованими вузлами без застосування складального інструменту і можуть бути ефективно використані при швидкому розгортанні тимчасових селищ в зонах стихійних лих.

Дослідження Бердникова Ю.Д., Черепова І.А. [19, 25-27] присвячені створенню мобільних виробничих баз з річною програмою будівельно-монтажних робіт 2, 3, 4, 5 і 8 млн. грн., Що функціонують в важкодоступних районах країни. На базі передбачається виробництво збірного залізобетону-товарного бетону, розчину, арматури, столярних і теслярських-опалубних виробів, технічне обслуговування та технічний ремонт будівельних машин і автомобілів, а також побутове обслуговування працюючих.

У роботах Ф. Адама [3] досліджені питання вдосконалення технології будівництва в Україні контейнерних житлових будинків виробництва фірми «БУК» (Німеччина). Слід підкреслити, що застосування на практиці мобільних виробничих баз і контейнерних будинків дозволяє значно скоротити терміни підготовчого періоду будівництва, прискорити введення в дію споруджуваних об'єктів, знизити транспортні витрати на перевезення будівельних виробів і значно поліпшити умови праці та побуту будівельників. Аналогічні дослідження в військово-будівельному комплексі призводять Денисова Т. А., Огородніков Ю.Г. та інші вчені [19].

Роботи Мясникова Б.Н. та інших вчених [19] присвячені дослідженню проблем технології трансформуються конструкцій і каркасно-панельних вахтових селищ для Крайньої Півночі в інтересах Мінтопенергетики: передислокації систем авіаційним транспортом в райони Західного Сибіру для потреб РАО

«Нафтогаз»; випробування міцності і вогнестійкості нових конструкцій - для Середньої Азії в інтересах Мінатомпрома і використанню легких конструкцій при ліквідації наслідків землетрусів у Ташкенті, Скопле і Спітаку.

Аналізуючи рішення наукової задачі обґрунтування раціональних технологій монтажу котеджів з сендвіч-панелей [1, 22, 25, 35] в комплексі, необхідно враховувати наступне системне і принципово важливе положення. Одних модульних будівель і споруд, які формують, в основному, тільки архітектурно - будівельну підсистему комплексів, недостатньо для ефективного функціонування всього житлового комплексу забудови. Як показують оцінки, виконані автором в ході цього магістреського дослідження, для створення нормальних житлових умов в індивідуальному житловому будинку необхідні підсистеми спеціального збірно-розбірною інженерного забезпечення, виконані в комплектно-блоковому варіанті. Це впливає з того, що можливе приєднання мобільних об'єктів до мереж від централізованих джерел інженерного забезпечення представляється не вигідним економічно. Практика будівництва показала, що необхідно створення саме спеціальних, особливих комплексів швидкокомтованих інженерних об'єктів для житлових будинків.

У роботах Григор'єва В.С., Гольдина М.А. [19, 36-42] досліджено теоретичні та практичні проблеми по створенню технологічних рішень по всій номенклатурі подібних споруд інженерного забезпечення на основі застосування об'ємних елементів з уніфікованими параметрами. Обґрунтовані і реалізовані мобільні електростанції потужністю 75; 100; 200; 500; 4000 кВт, котельні продуктивністю 0,25; 1; 2; 4; 6 Гкал / год; установки водопостачання і водовідведення продуктивністю 6; 12; 25; 50; 100; 400 куб.м / добу; станції знезараження на 12-400 куб.м / добу. та інші об'єкти, які враховують потреби тимчасових селищ в діапазоні 6-2000 чол.

Системний і критичний аналіз розглянутих вище робіт дозволяє автору даної кваліфікаційної роботи зробити узагальнений висновок, що в проведених до-

слідженнях залишилася невирішеною наступна актуальне наукове завдання: розробка нових науково обґрунтованих моделей вдосконалених технологічних рішень зведення індивідуальних житлових будинків з індустріальних сендвіч-панелей на основі врахування критеріїв оптимізації по мінімуму трудових і вартісних витрат монтажу.

## РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ УДОСКОНАЛЕНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО РІШЕННЯ ЗВЕДЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ З ІНДУСТРІАЛЬНИХ СЕНДВІЧ-ПАНЕЛЕЙ

### 2.1 Алгоритм розробки оптимальної моделі технології монтажу індивідуальних житлових будинків з індустріальних сендвіч-панелей

Перш за все, для оптимізації процесу технології монтажу котеджів на основі сендвіч-панелей автором була розроблена теоретична модель підвищення технологічності всіх будівельних операцій. Ця модель пропонується як системне безліч високотехнологічних рішень, що приймаються не тільки на етапах зведення, а й в процесах експлуатації, ремонту, розбирання та утилізації, тобто що прагне до максимуму на всіх етапах життєвого циклу (ЖЦ):

$$M = f(E_{ж}) + \{E_{ктр}\} \rightarrow \max, \quad (2.1)$$

де  $M$  - модель підвищення технологічності будівельних процесів,  $E_{ж}$  - етапи життєвого циклу будинку,  $E_{ктр}$  - етапи розробки та впровадження вдосконалених конструктивно-технологічних рішень.

Такі основні технологічні параметри зведення котеджів, як витрати, праці та машинного часу, вартість і тривалість робіт пропонується оцінювати інтегральним підсумовуванням системних витрат не тільки на стадіях підготовки і забезпечення, проектування (Зпр) і будівництва (Зстр), але на всіх інших етапах життєвого циклу - змісту (Зсод), ремонту (Зрем), реконструкції (Зрек), монтажу (Здем) і утилізації (З> тил) за допомогою наступної моделі:

$$M(Z_{жц}) = Z_{ктр\text{ підг.пр.буд.}} + Z_{ктр\text{ сод.рем.рек.}} + Z_{ктр\text{ дем.утил.}} \rightarrow \min, \quad (2.2)$$

де  $Z_{жц}$  - витрати життєвого циклу,

$Z_{ктр\text{ підг.пр.буд.}}$  - витрати на стадіях підготовки, проектування і будівництва,

$Z_{ктр\text{ сод.рем.рек.}}$  - витрати на етапах експлуатації, ремонту і реконструкції,

$Z_{ктр\text{ дем.утил.}}$  - витрати на етапах демонтажу, транспортування та утилізації будинку.

З урахуванням викладеного автором на рис.2.1 наведено розроблений алгоритм розробки оптимального варіанту технології монтажу котеджів з сендвіч-панелей методом багатокритеріальної оптимізації. Це дозволило далі на рис.2.2 уявити розроблений автором алгоритм розробки оптимального технологічного регламенту на монтаж швидкокомтованих котеджів методом покрокової багатокритеріальної оптимізації. Це дозволило здійснити постановку наступних 3-х наукових задач для розробки удосконаленої технології монтажу індивідуальних житлових будинків з індустріальних сендвіч-панелей.

#### ПОСТАНОВКА НАУКОВИХ ЗАДАЧ:

- проаналізувати стан будівельних процесів зведення індивідуальних житлових будинків з індустріальних сендвіч-панелей в Україні та за кордоном;

- теоретично змоделювати вдосконалені технологічні рішення зведення індивідуальних житлових будинків з оптимальних за розміром індустріальних сендвіч-панелей підвищеного ступеня заводської готовності з мінімумом кранового обладнання;

- запропонувати удосконалені конструктивно-технологічні рішення монтажу індивідуальних житлових будинків з індустріальних сендвіч-панелей на основі швидкозбірних шарнірного вузла типу «муфта-гільза» зі сталі, що не потребує зварювання і омоноличивання;

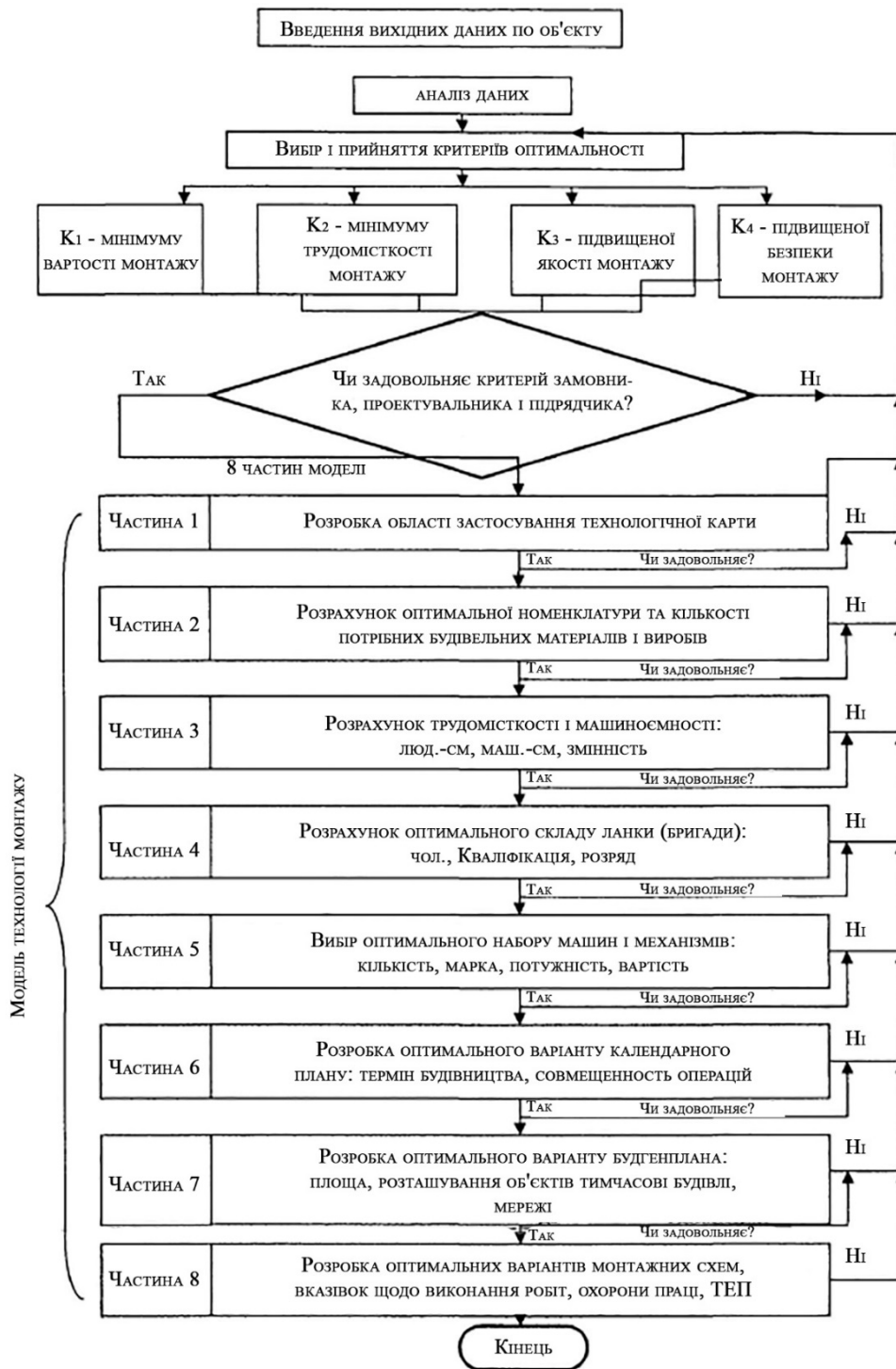


Рисунок 2.1 - Алгоритм розробки оптимального варіанту технології монтажу індивідуальних житлових будинків методом багатокритеріальної оптимізації

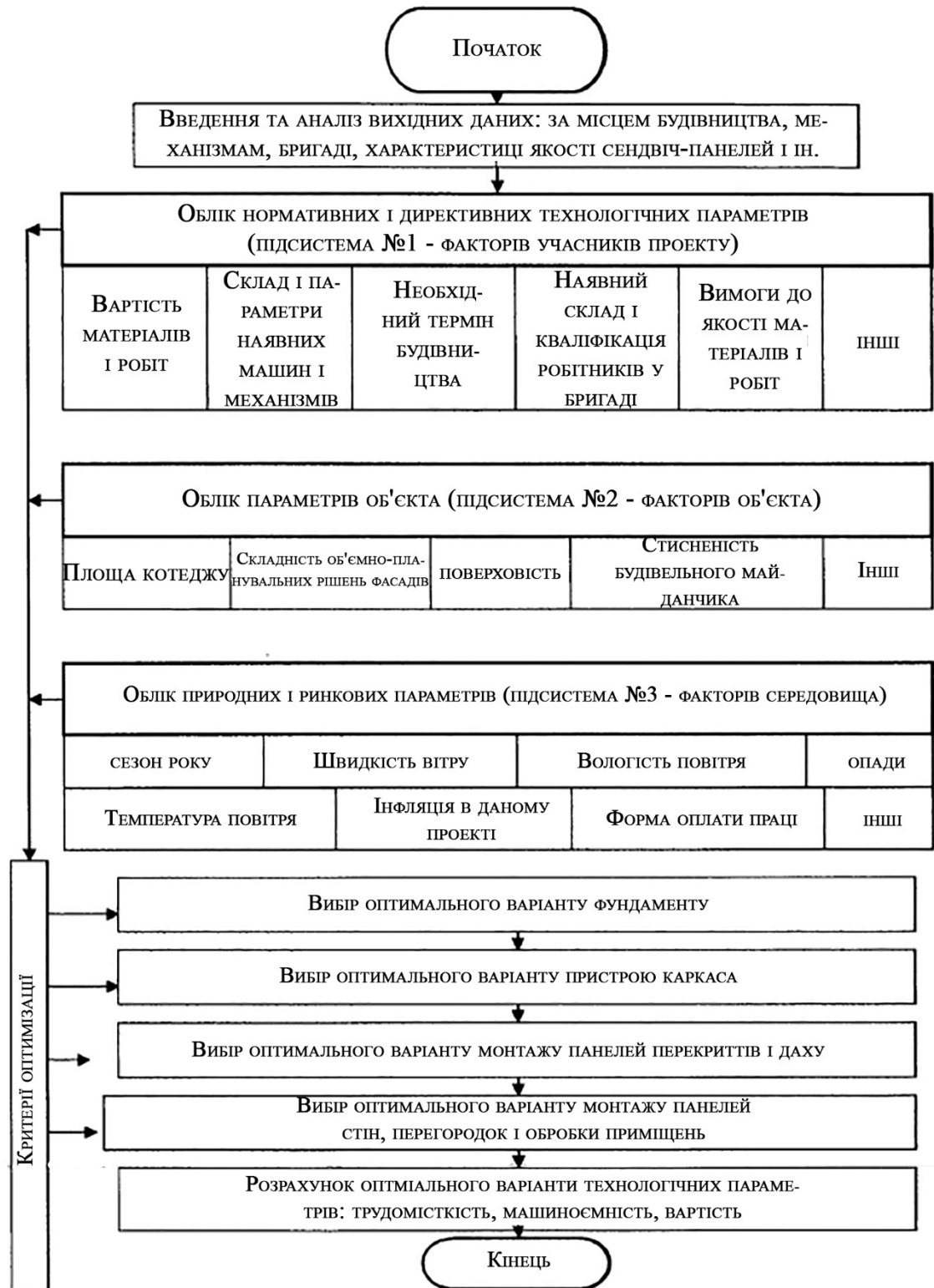


Рисунок 2.2 - Алгоритм розробки оптимального варіанту технологічного регламенту на монтаж котеджів методом покрокової багатокритеріальної оптимізації

- запропонувати раціональний варіант організації і технології виконання робіт по монтажу котеджів з урахуванням основних факторів впливу - площі об'єкта, кількості та кваліфікації робітників в ланці, ступеня механізації робіт, площі і ваги панелей, видів вузлів з'єднань;

На цій основі далі автором були розроблені нові теоретичні продукти: модель проектування, структура і послідовність операцій в технології комплексного процесу монтажу індивідуальних житлових будинків з індустріальних сендвіч-панелей (рис. 2.3, 2.4).

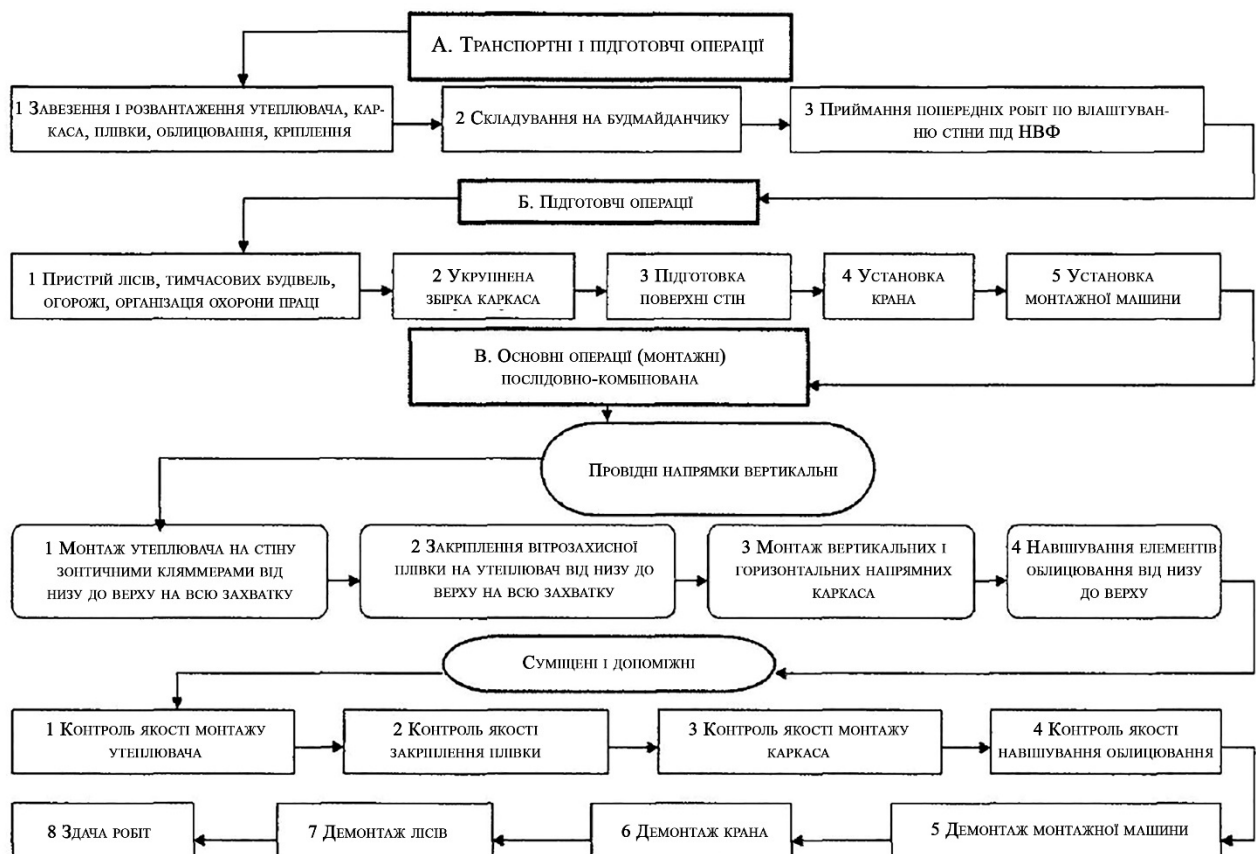


Рисунок 2.3 - Структура і послідовність операцій в технології комплексного механізованого процесу монтажу елементів НВФ: КМПм-НВФ



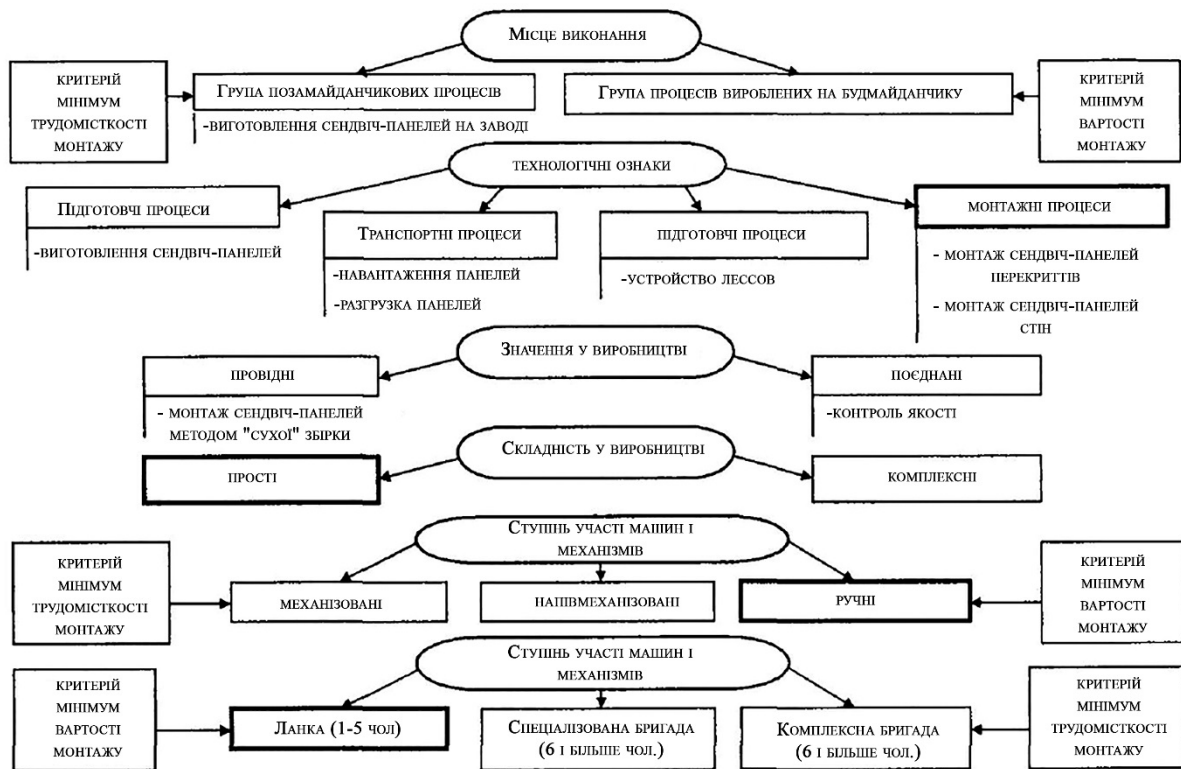


Рисунок 2.4 - Структура і послідовність операцій в технології комплексного механізованого процесу монтажу елементів НВФ: КМПм-НВФ

Запропоновані вище на рис. 2.1-2.4 алгоритми і моделі і виконані дослідження дозволили далі автору сформулювати наступні принципи розробки вдосконалених технологічних рішень на основі поставлених в науковій задачі критеріїв оптимізації - мінімізації трудомісткості і вартості будівництва індивідуального житлового будинку:

1) полегшення транспортування і монтажу конструкцій за рахунок застосування легких сендвіч-панелей на основі нетрадиційних важких матеріалів, а з ефективних сталевих і дерев'яних каркасів, мінеральних плит і зменшення маси конструктивних елементів;

2) розширення планувальної та функціональної номенклатури індивідуальних житлових будинків за рахунок уніфікації типових елементів сендвіч-панелей стін і перекриттів;

3) можливість трансформації об'єкта, його легкої і швидкої прибудови в будь-якому напрямку;

4) використання в якості основного уніфікованого модуля розміру сендвіч-панелей, кратного 1,2 (1,2; 2,4; 3,6 та ін.)

5) застосування нових модифікацій швидкосбірних вузлів з'єднання між елементами;

6) відсутність трудомістких і дорогих будівельних процесів - зварювання, болтів, саморізів, замонолічування бетонних стиків, закладених деталей і ін .;

7) простота будівельних процесів, операцій і прийомів монтажу індивідуального житлового будинку на основі сендвіч-панелей з мінімальним використанням одного автокрана і ланки з 2-3 монтажників невисокого розряду (3-4).

На основі даних принципів далі автором було виконано моделювання технології зведення котеджів на основі сендвіч-панелей з системним урахуванням наступних п'яти різних видів технологічності на всіх стадіях їх життєвого циклу проектування, будівництва і експлуатації індивідуального житлового будинку.

**1. Технологічність виготовлення сендвіч-панелей** - характеристика підсистеми виготовлення конструкцій-сендвіч-панелей, що відповідає таким критеріям, як різнотипність, загальна кількість елементів, матеріаломісткість, трудомісткість, деформації та напруги, механізація технологічних процесів, точність геометричних форм, крупність елементів.

**2. Транспортна технологічність сендвіч-панелей** - характеристика критеріїв підсистеми транспортування виробів, таких як різнотипність, разновесних, вартість транспорту, зміцнення відправних елементів, завантаження рухомого складу транспортного засобу, механізація навантаження і розвантаження сендвіч-панелей.

3. **Технологічність монтажних робіт з сендвіч-панелями** - характеристика таких позицій підсистеми монтажу конструкцій, як трудовитрати, виконання мокрих процесів, деформації та напруги, механізація процесів, швидкість виконання робіт, однорідність осередків будівлі і ділянок захваток і ярусів, однорідність конструктивних елементів, зручність складання і зварювання, облік допусків.

4. **Експлуатаційна технологічність сендвіч-панелей** - характеристика підсистеми експлуатації з урахуванням вимог до зручності обслуговування, витрат по експлуатації, до економії енергоресурсів і автоматизації, до трудомісткості і мінімізації витрат на опалення індивідуального житлового будинку.

5. **Технологічність модернізації та реконструкції** - характеристика таких показників підсистеми, як поліпшення технічних властивостей індивідуального житлового будинку, подальше підвищення теплозахисту стін при прийнятті нових норм, заміна застарілої облицювання сендвіч-панелей на нові види, можливі об'ємно - планувальні зміни, застосування нових технологій, нових механізмів і обладнання так, щоб індивідуальний житловий будинок з сендвіч-панелей задовольняв вимогам безпеки та комфорту.

При цьому під загальною технологічністю зведення котеджів на основі сендвіч-панелей автором пропонується розуміти певну ступінь простоти, доступності, швидкості і легкості реалізації типовими засобами механізації і невеликим ланкою робітників середньої кваліфікації сукупності конструктивно-технологічних рішень, причому не тільки в рамках завдання зведення котеджів, але і при їх експлуатації, подальшої модернізації та реконструкції на рівні сучасних вимог до якості, безпеки та інтенсивності виконання будівельних процесів і операцій.

Такими автору бачаться теоретичні аспекти та алгоритми розробки оптимальної моделі вдосконаленій технології зведення індивідуальних житлових будинків з оптимізованих сендвіч-панелей.

## 2.2 Вдосконалені конструктивно-технологічні рішення монтажу індивідуальних житлових будинків з індустріальних сендвіч-панелей

Як було виявлено автором у п.2.1 цього магістреського дослідження, для раціонального технологічного рішення монтажу індивідуальних житлових будинків з індустріальних сендвіч-панелей необхідно замінити традиційні трудомісткі будівельні операції по багатодетальності з'єднанню панелей між собою на більш прості, менш трудомісткі прийоми.

З цією метою і відповідно до поставленої в п.2.1 науковою задачею автором методами системного аналізу і моделювання була виявлена важлива і нова наукова залежність: зниження питомої трудомісткості монтажу індивідуальних житлових будинків від головного чинника впливу - збільшення площі застосовуваних інноваційних індустріальних сендвіч панелей. Вона розкрита на рис. 2.5.

Далі методами математичної статистики і теорії ймовірності були розраховані адекватні виявленим на рис. 2.5 залежностям моделі:

$$y_a = 1/\operatorname{tg}x(-1.57 < x < 1.57), \quad (2.3)$$

$$y_b = (2x + 3) / 10x > 0, \quad (2.4)$$

Таким чином, була вирішена перша поставлена наукова задача: методами експертних оцінок і математичної статистики, виходячи з двох критеріїв оптимальності - мінімуму трудомісткості їх монтажу між собою вручну малим ланкою з 2-4 робочих невисокої кваліфікації 2-3 розряду і максимуму раціональності, зручності об'ємно планувальних рішень будинків - обґрунтован оптимальний розмір панелей, що дорівнює 1,2 на 3,6 м в плані.

Виконаний автором далі теплотехнічний розрахунок показав, що для 2 В кліматичного району України товщина панелі, як варіант, повинна становити 30 см, включаючи 25 см жорстку мінераловатну плиту марки «Роквул» (3 типових

шару по 10, 10 і 5 см), покладену в метало-дерев'яний балковий каркас панелі, і 5 см - обшивка з двох сторін з цементо-стружкових плит по 2,5 см. Можливі варіанти інших мінераловатних утеплювачів і обшивок, наприклад, марок «Урса», «Парок», водостійкою товстої фанери, фіброцементних плит та інших матеріалів з відповідним теплотехнічним розрахунком для визначення товщини шарів.

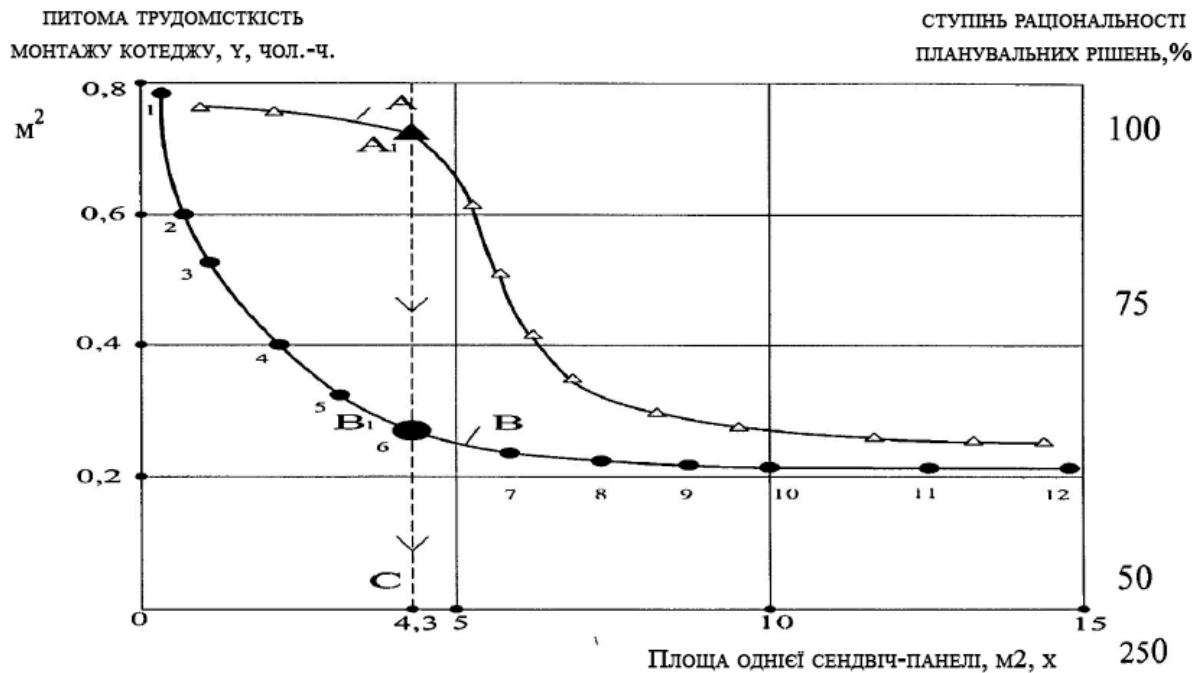


Рисунок 2.5 - Залежність зниження питомої трудомісткості монтажу індивідуальних житлових будинків від фактора впливу - збільшення площі застосовуваних інноваційних індустріальних сендвіч-панелей:

A - залежність зниження раціональності об'ємно планувальних рішень будинків від збільшення площі сендвіч-панелей; A<sub>1</sub> - точка перегину (оптимальності); B - залежність зниження трудомісткості монтажу від збільшення площі сендвіч-панелей; B<sub>1</sub> - точка оптимальної площі; 1-5 - дрібні панелі; 6-8 - середні панелі; 9-12 - великі панелі; C - оптимальна площа панелі 4,3 м<sup>2</sup> (1,2 x 3,6 м); • - експериментальні значення; - експертні оцінки

Це дозволило далі висунути відповідно до 2-ї поставленої в п.2.1 науковою задачею наступну наукову гіпотезу: для подальшої оптимізації зниження трудомісткості і вартості монтажу індивідуальних житлових будинків з індустріальних сендвіч-панелей необхідно замінити традиційні трудомісткі будівельні операції по багатодельному з'єднанню панелей між собою на простіші і менш трудомісткі прийоми.

Для цього автором методами системного аналізу і моделювання була виявлена 2-а важлива і нова наукова залежність: зниження питомої трудомісткості монтажу індивідуальних житлових будинків від 2-го важливого чинника впливу - підвищення ступеня швидкості з'єднань вузлів сендвіч-панелей між собою. Вона розкрита на рис. 2.6.

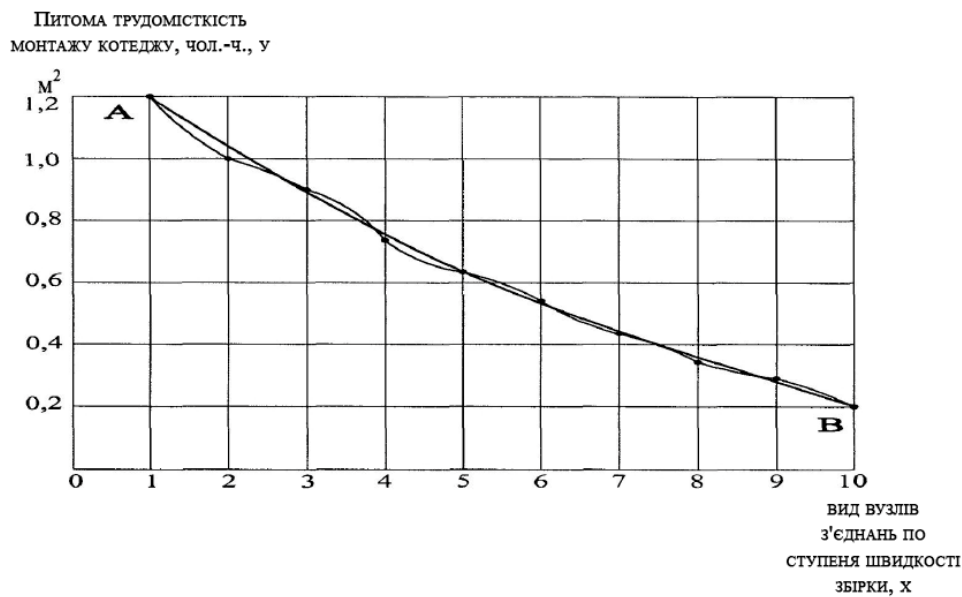


Рисунок 2.6 - Залежність зниження питомої трудомісткості монтажу індивідуальних житлових будинків від фактора впливу №2 - підвищення ступеня швидкості з'єднань вузлів сендвіч панелей між собою:

1 - додаткові сполучні елементи; 2 - зварювання; 3 - монолічення; 4 - накладні пластини; 5 - болти; 6 - саморізи; 7 - паз-гребінь; 8 - болти і шурупи; 9 - гвинти; 10 - розроблена технологія з'єднання «гнучкі розрізні гільза і муфта»;

A - максимум трудомісткості; B - мінімум трудомісткості

Виявлений на рис. 2.6 залежності відповідає розрахована методами математичної статистики і теорії ймовірності адекватна модель:

$$y' = 0,005x'^2 - 0,163x' + 1,335, \quad (2.5)$$

де  $y'$ - питома трудомісткість монтажу,

$x'$ - вид вузлів з'єднань.

Вузол з'єднання включає муфту, закріплену на горизонтальному носії елементі 1, і принаймні один шип 6, прикріплений на вертикальному носії елементі і встановлений в муфті з його співвісним або не співвісним закріпленням (рис. 2.7-2.15).

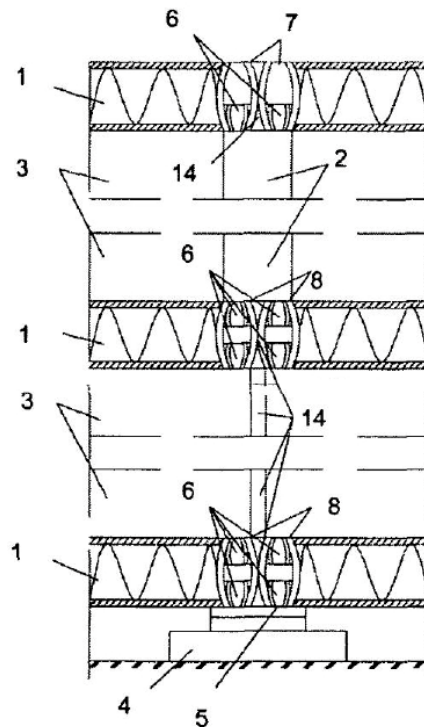


Рисунок 2.7 - Пропонована технологія монтажу 2-х поверхового індивідуального житлового будинку з сендвіч-панелей з використанням безболтові вузла шип-гнізда з метою зниження і мінімізації трудомісткості і вартості монтажу

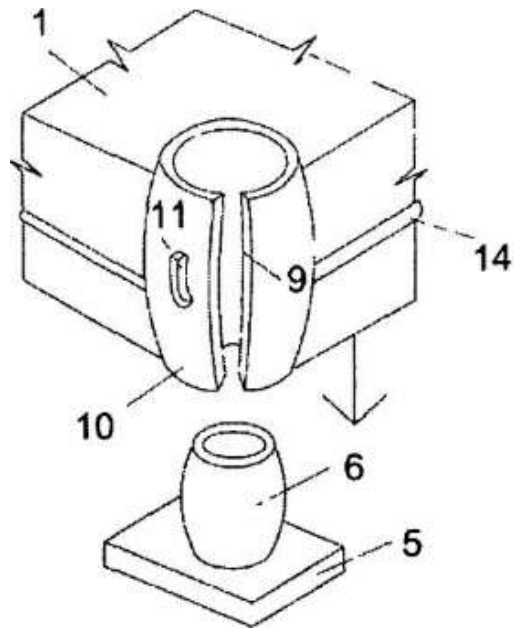


Рисунок 2.8 - Пропонована будівельна операція монтажу сендвіч-панелей на розрізний «шип-гніздо»

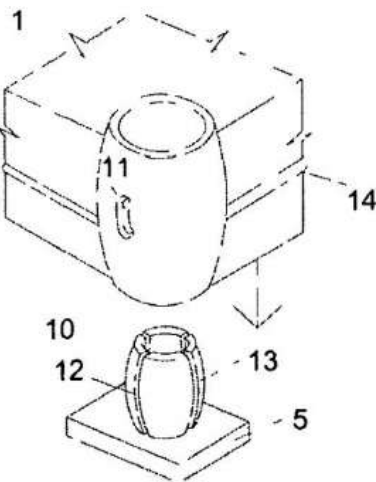


Рисунок 2.9 - Пропонована будівельна операція монтажу муфти сендвіч-панелей на розрізний шип

Таким чином, розроблений автором спільно з науковим керівником вузол з'єднання несучих елементів індивідуального житлового будинку включає горизонтальні несучі елементи 1, вертикальні несучі елементи у вигляді стійок 2 і панелей 3, фундаментні подушки 4 з пластинами 5. На вертикальні елементи 2,



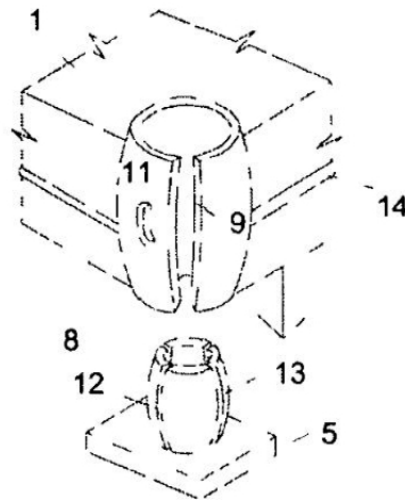


Рисунок 2.10 - Пропонована будівельна операція монтажу розрізний муфти на розрізний шип

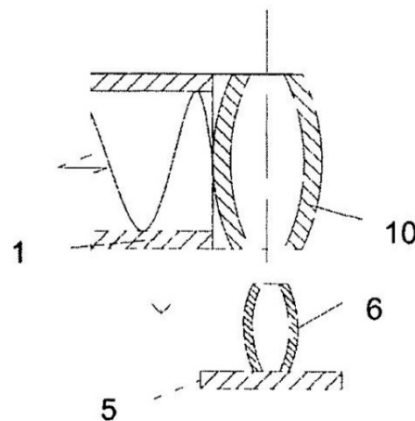


Рисунок 2.11 - Будівельна операція №1 - наведення монтажу. Монтаж сендвіч-панелей на шип

3, 4 прикріпленій по принаймні один шип 6, а на горизонтальних несучих елементах закріплені муфти 7, 8. шип 6 встановлений в муфті 7 або 8 з його співісними або неспівісність закріпленнями. У панелях перекриття і підлоги є муфти 8, розраховані на монтаж шипів 6 як зверху, так і знизу муфти. Муфти 7 і 8 виконані бочкообразной форми і з вертикальної прорізом 9 на всю висоту муфти, яка утворює два пружних пелюстки 10. У стінках муфт 7 і 8 виконані отвори 11 для фіксаторів, щоб здійснювати монтаж панелей вантажопідійомними

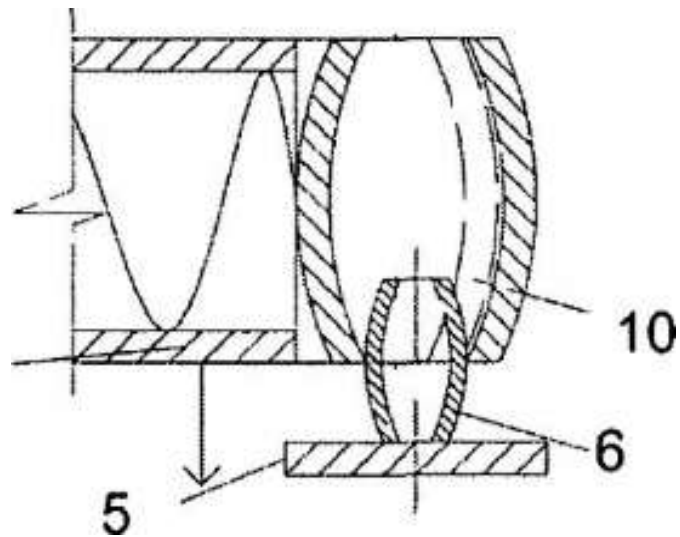


Рисунок 2.12 - Будівельна операція №2 - безболтове з'єднання шипа і гнізда

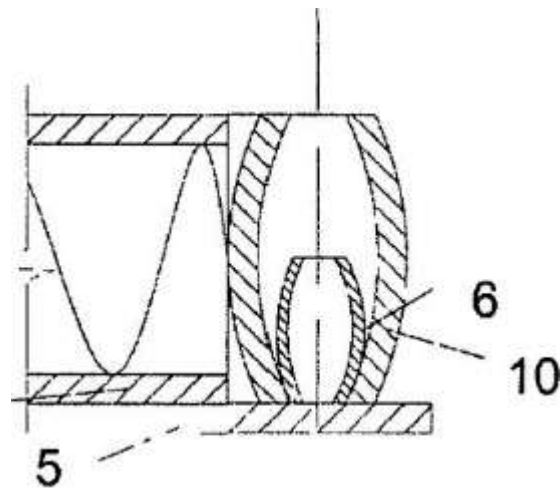


Рисунок 2.13 - Будівельна операція №3 - шарнірне з'єднання шипа і гнізда

засобами. Шип 6 виконаний у вигляді бочкообразной-гільзи. При цьому муфти виконані з вертикалними прорізами на всю свою висоту 12 з утворенням пружних пелюсток 13. Ущільнення стиків між горизонтальними і вертикальними панелями відбувається автоматично за рахунок закріпленого до монтажу на торцях панелей в два шари ущільнювача 14 (наприклад, силікону, вилатерма). Сприйняття вузлів з'єднання знакозмінних навантажень в процесі експлуатації індивідуального житлового будинку здійснюються за рахунок взаємодії частини

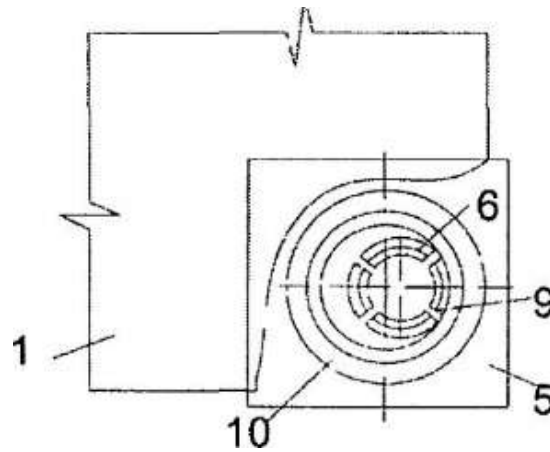


Рисунок 2.14 - Опирання гнізда на шип

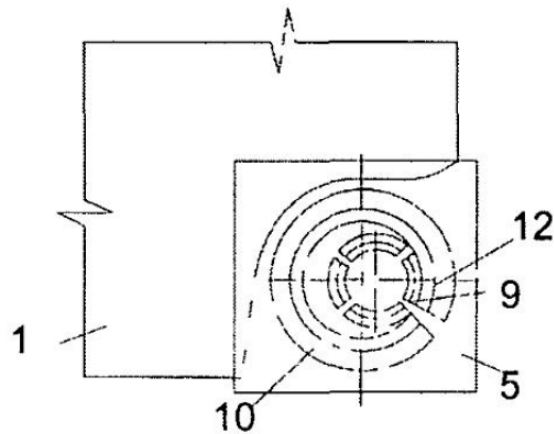


Рисунок 2.15 - З'єднання гнізда і шипа

зовнішньої бочкообразной поверхні шипа 6 до частини внутрішньої бочкообразной поверхні муфти 7. При дії на індивідуальний житловий будинок динамічного навантаження, спрямованої вертикально вгору, в кожному вузлі з'єднання несучих елементів виникає компенсація її і спрямована в протилежний бік (вертикально вниз) сила тертя між частиною внутрішньої бочкообразной поверхні муфти 7 або 8 і частиною зовнішньої бочкообразной поверхні принаймні одного шипа 6. Сила тертя виникає за рахунок щільного притиснення частини принаймні однієї зовнішньої поверхні муфти 7 або 8. Щільне притиснення забезпечується тим, що в результаті наявності вертикальних прорізів 9 на всю висоту в муфті 7 або 8, в ній утворюється два пружних пелюстки 10, які розпрямляючись

під дією бочкообразной гільзи шипа 6 при монтажі горизонтального несучого елемента 1 на вертикальний несучий елемент 2, 3, 5 після з'єднання вузла прагнуть повернути собі вихідну форму. В результаті пелюстки 10 муфти складаються і щільно притискаються до пелюсток 13 по крайній мере одного шипа 6 при дії навантаження, спрямованої вгору, тобто створюється надійне з'єднання сендвіч-панелей в індивідуальному житловому будинку.

Таким чином, в кваліфікаційній роботі автором розроблена вдосконалена технологія з'єднання сендвіч-панелей для зведення індивідуального житлового будинку, що включає муфту, закріплену на горизонтальному несе елементі і встановленому несе елементі і по крайній один шип, прикріплений на вертикальному несе елементі і встановлений в муфті з його співвісним або Неспіввісність закріпленням. Пропоноване технологічне рішення відрізняється від відомих [6, 19 і ін.] Тим, що, з метою зниження трудомісткості і вартості монтажу індивідуального житлового будинку за рахунок сприйняття знакозмінних динамічних навантажень, муфти висотою і діаметром 10 см виконані зі сталі марки Ст 3 товщиною 1 см і бочкообразной форми з вертикальною прорізом на всю висоту муфти, а шип у вигляді бочкообразной гільзи. При цьому муфта і гільзи виконані з вертикальними прорізами шириною по 1 см на всю свою висоту, причому частина зовнішньої поверхні шипа висотою 9 см і діаметром 7 см взаємодіє з частиною внутрішньої поверхні шипа взаємодіє з частиною внутрішньої поверхні муфти.

Таким чином, була вирішена друга поставлена в п.2.1 наукова задача - обґрунтований оптимальний вид вузлів з'єднання панелей між собою, виходячи з двох критеріїв оптимальності - мінімуму трудомісткості їх монтажу і максимуму простоти, зручності їх з'єднання між собою вручну малим ланкою з 2-4 робочих невисокої кваліфікації 2-3 розряду.

### **2.3 Вдосконалення технологічних рішень зведення індивідуальних житлових будинків з оптимізованих сендвіч-панелей**

На основі розробок в п.2.2 далі автором було виконано удосконалення конкретних технологічних рішень в комплексі для зведення індивідуальних житлових будинків з оптимізованих за розміром і нової технології з'єднання сендвіч-панелей.

Розглянемо їх наукову новизну і практичну значимість докладніше на прикладі конкретного будинку. Об'ємно-планувальне рішення: будівля - прямокутна в плані з розмірами в крайніх осях 12,0 x 12,6 м і висотою до верху карниза 7,0 м, двоповерхова з висотою приміщення 2,7м (від підлоги до стелі) з холодним горищем і теплим технічним підпіллям. Крок конструктивних осей - 2,4 (2 рази на підставі обґрунтованої оптимального розміру ширини панелі в п.2.2 - 1,2 м) і 3,0 м. 1-2 / А-Е та 3-4 / А-Е відповідно. У квартирах передбачені підсобні приміщення, кухні, санвузли, комори, вбудовані шафи (рис. 2.16 - 2.18).

Пояснимо конструктивне рішення. Конструктивна схема будівлі - панельна. Залежно від місцевих геологічних умов можливе застосування фундаментів різних типів: пальових, стрічкових, на монолітній плиті.

Вертикальні огорожувальні конструкції вище позначки 0.000 - зовнішні стіни об'ємних блок-модулів і відповідно до обґрунтуваннями в п.2.2 - тришарові плити з ефективним утеплювачем ROCKWOOL. Перекриття - тришарові плити з ефективним утеплювачем. Монтаж конструктивних елементів проводиться без використання мокрих процесів.

Сходові клітки - металевий каркас з залізобетонними сходами по металевим косоурам. Зовнішнє оздоблення - пристрій фасадної плити Sevstone двох видів, згідно з паспортом колірної рішення фасадів.

Крокви і лати покрівлі виконується з пиломатеріалів з антисептування й вогнезахисною обробкою. Покрівельний матюкав - металочерепиця з полімерним покриттям фірми RANNILA. Зовнішні двері та віконні блоки металопластикові,

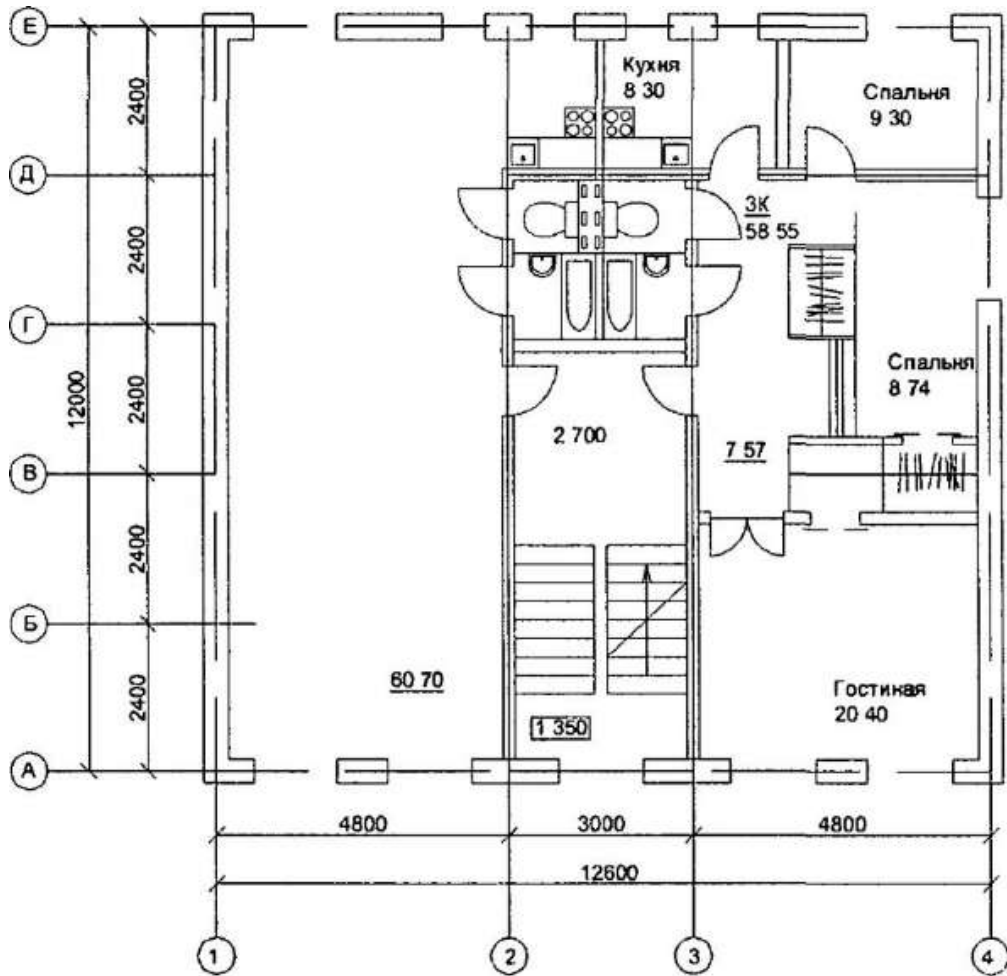


Рисунок 2.16 - План 2 поверху індивідуального житлового будинку, що зводиться за вдосконаленою технологією монтажу з оптимізованих індустріальних сендвіч-панелей

з заводським полімерним покриттям і двокамерними склопакетами. Внутрішні дверні блоки дерев'яні, надходять в монтаж в повній заводській готовності, включаючи забарвлення. Внутрішнє оздоблення виконується згідно з відомістю внутрішньої обробки приміщень, що входить до складу робочої стадії проекту.

Розглянемо далі прийняті конкретні технологічні рішення при монтажі індивідуального житлового будинку з сендвіч-панелей з іспльзованієм вдосконаленою раніше технології із застосуванням нового вузлового з'єднання. Вантажопідйомність крана АС-365 - 3 тонни. Район будівництва – м. Дніпро.

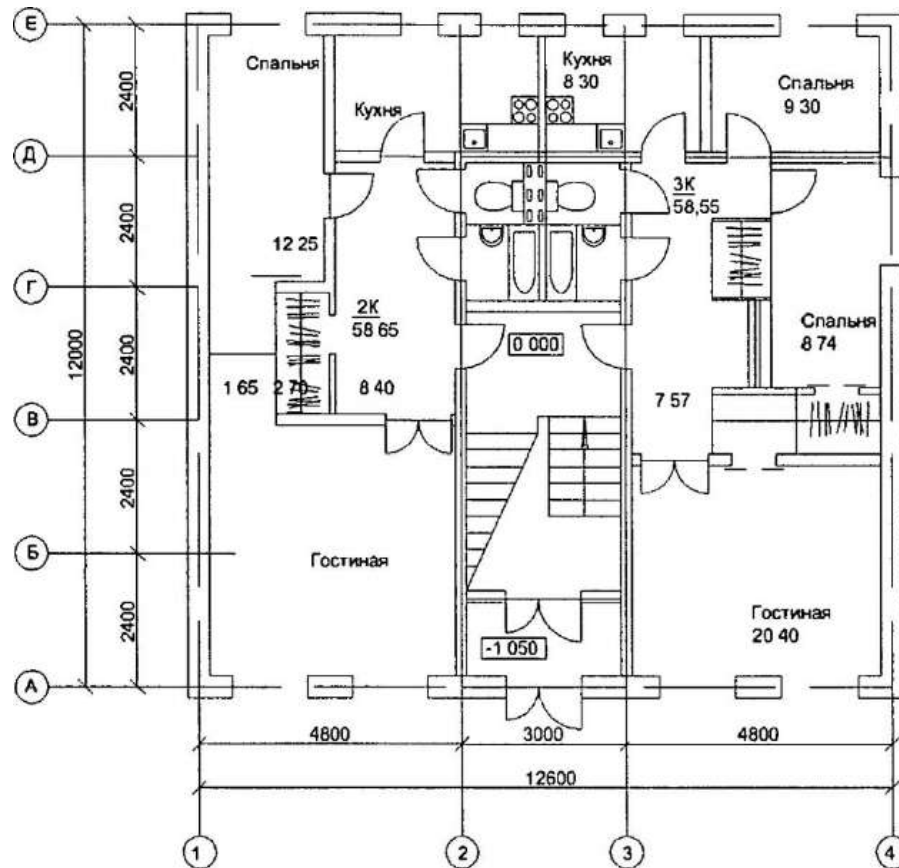


Рисунок 2.17 - План 1 поверху індивідуального житлового будинку, що зводиться за вдосконаленою технологією монтажу з оптимізованих індустріальних сендвіч-панелей

Початок будівництва не нормується. Закінчення будівництва - нормується календарним графіком залежно від монтажних елементів (табл.2.1).

Вибір методів ведення робіт. Організація зведення будівлі.

Приймаємо наступну оптимальну організацію монтажного процесу відповідно до рекомендацій [3].

- напрямок розвитку монтажного процесу - вертикальне,
- послідовність установки конструкцій - комбінована,
- укрупнення - без укрупнень,
- подача конструкцій по монтаж - без попередньої розкладки.

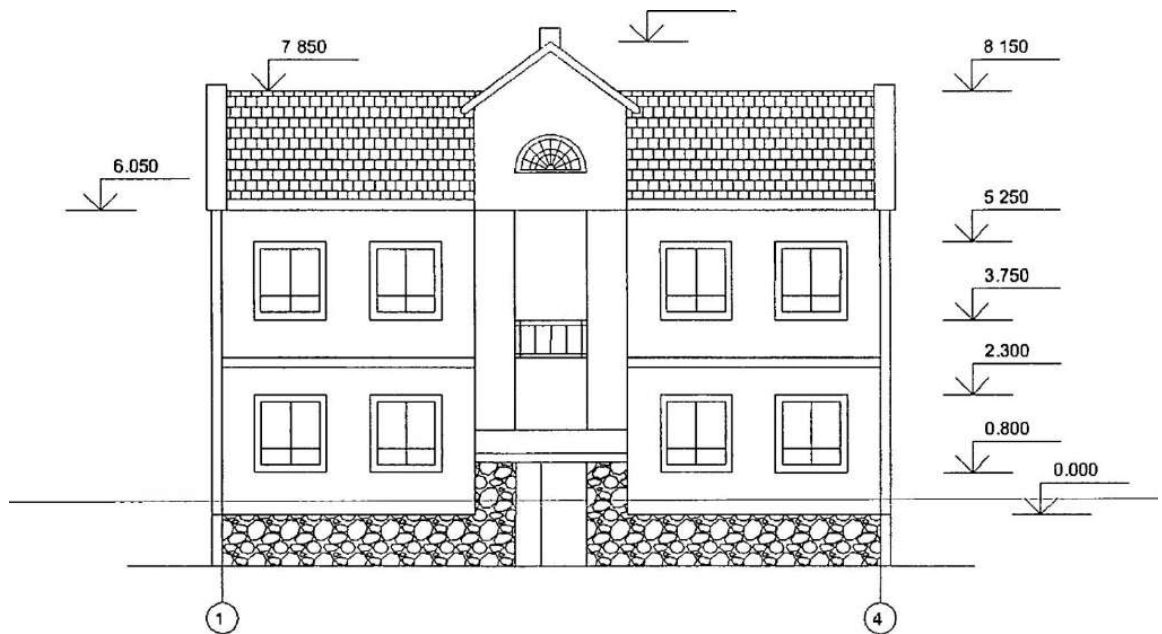


Рисунок 2.18 - Приклад головного фасаду індивідуального житлового будинку, що зводиться за вдосконаленою технологією монтажу з оптимізованих індустриальних сендвіч-панелей

Автор з урахуванням специфіки панелей пропонує застосовувати комбінований спосіб установки конструкцій, що поєднує елементи роздільної і комплексної установки. За ступенем укрупнення використана поелементно збірка будівлі з окремих заводських конструкцій без попереднього укрупнення. При подачі конструкцій, на думку автора, необхідно забезпечити такі умови:

- ритмічна подача транспорту,

- технологічна послідовність установки елементів,
- готовність конструкцій до монтажу,
- готовність місць установки конструкцій,
- мінімальна кількість оснащення,
- запас дрібних елементів.

З огляду на викладені вимоги, автором далі розроблена модель послідовності монтажу котеджу з великих індустриальних сендвіч-панелей з використанням безболтові вузла з'єднання «гільза-муфта». Вона наведена на рис. 2.20.



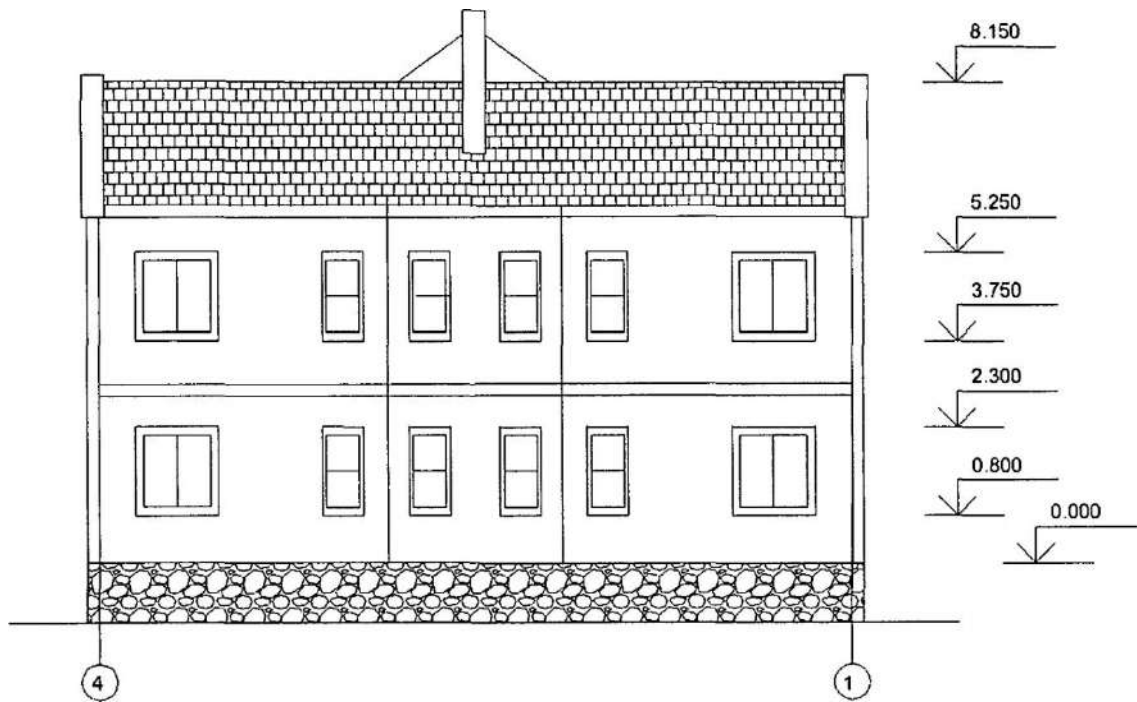


Рисунок 2.19 - Приклад головного фасаду індивідуального житлового будинку, що зводиться за вдосконаленою технологією монтажу з оптимізованих індустриальних сендвіч-панелей

Таблиця 2.1 – Розрахунок кількості монтажних елементів

№	Назва елемента	Загальна кількість елементів	Маса елемента, т
1	Панелі перекриття	24	0,1
2	Наружні стінові панелі	36	0,06
3	Внутрішні стінові панелі	6	0,5
4	Торцьові панелі даху	2	0,14
5	Плити покриття	22	0,09
5	Сантехнічні кабінки	4	0,54

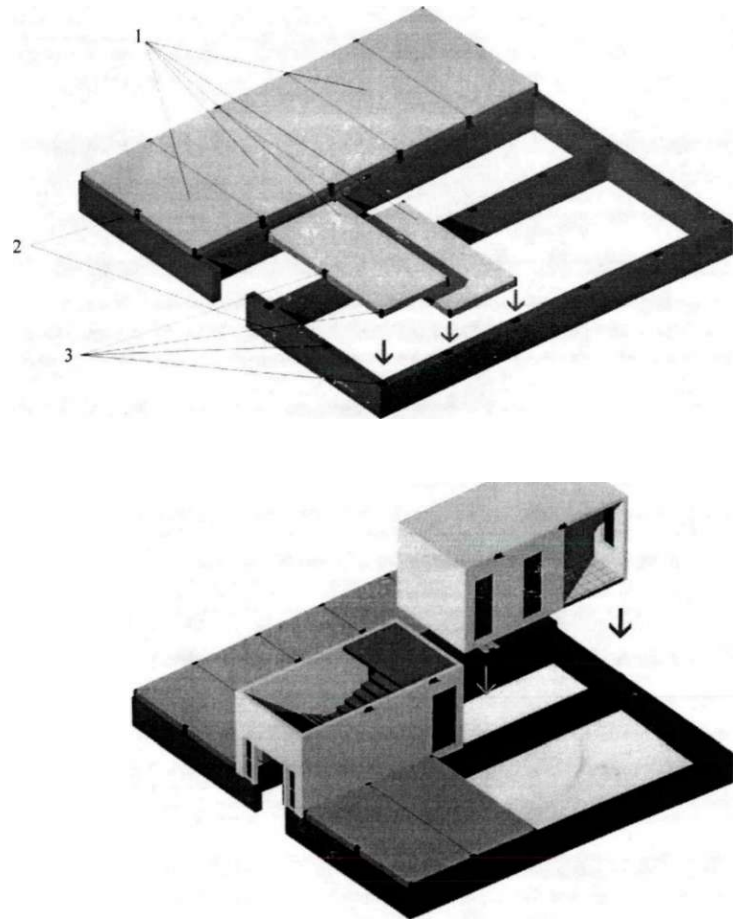


Рисунок 2.20 - Модель послідовності монтажу котеджу з індустріальних сендвіч панелей 1,2 на 3,6 м з використанням безболтові вузла з'єднання «гільза-муфта»:

- а) монтаж плит перекриття: 1 - плита перекриття, 2 - фундамент, 3 - вузловий елемент «гиль через-муфта», б) монтаж елементів першого поверху (монтаж модулів 100% готовності)

Розкладка конструкцій повинна дозволяти монтувати їх без зміни вильоту стріли крана, так як маніпулювати стрілою з вантажем небезпечно. Підйом конструкції здійснюється поліспасти з крюка обоймою.

Вибір крана для зведення індивідуального житлового будинку з сендвіч-панелей автор пропонує виконувати в 2 етапи:

- визначають технічну можливість застосування для монтажу конструкції кранів даного типорозміру з різним ходовим пристроєм;

- виробляють економічний розрахунок і аналізують доцільність застосування кранів (комплекту) з раціональним ходовим пристроєм, що задовольняє умовам будівництва, заданим обсягом і виду робіт.

Вибір кранів за технічними характеристиками здійснюється на основі зіставлення об'ємно-планувальних і конструктивних параметрів індивідуального житлового будинку, а також прийнятої вдосконаленій технології його зведення з паспортними показниками кранів за вантажопідйомністю і висоті підйому. При цьому вихідними даними є габарити і конфігурація будівлі; маса, розміри і розташування в будівлі монтованих сендвіч-панелей; метод і технологія монтажу, умови виконання робіт.

Монтажна маса конструкції складається з суми мас самої конструкції і оснащення, необхідного для здійснення захоплення, підйому, тимчасового закріплення конструкції, а також забезпечення безпеки та зручності робочого місця. Розрахунок витрат праці (трудомісткості)  $Q$ , чол-дн, на весь обсяг робіт проводиться за формулою:

$$Q = H_{mp} \cdot V / 8, \quad (2.5)$$

де:  $H_{mp}$  - витрати праці на одиницю, чол-год;

$V$  - об'єм робіт, в одиницях, на яке наводиться норма часу;

8 - кількість годин в робочій зміні, год.

Приклад розрахунку даних:

$$Q = H_{mp} \cdot V / 8 = 1,27 \cdot 26 / 8 = 4,1 \approx 4,0, \quad (2.6)$$

Розрахунок витрат праці та машинного часу, потрібного для монтажу будівлі, необхідний для вибору найбільш раціонального комплекту монтажних машин, розрахунку комплексних бригад і складання календарного плану. Для

можливості порівняння варіантів комплектів кранів вже на етапі складання відомості витрат праці можна зробити розрахунок кількості машино-змін, необхідного за нормами для монтажу конструкцій краном, за формулою:

$$M_H = Q_p / N_p = Q_m / N_m, \quad (2.7)$$

де:  $M_H$  - кількість машино-змін;

$Q_p$  - трудомісткість робіт монтажників, чол-дн;

$N_p$  - кількість монтажників, чол. ;

$Q_m$  - трудомісткість робіт машиніста, чол-дн. ;

$N_m$  - кількість машиністів, чол.

Розрахунок складу комплексної бригади.

Будівельні процеси, в тому числі і монтаж сендвіч-панелей для індивідуального житлового будинку, як правило, складаються з декількох операцій, які виконуються виконавцями різного профілю і кваліфікації (монтажники, зварювальники, теслі, бетонщики, які виконують роботи по закладенню стиків, ізолювальники). Роботу виконавців можна організувати окремими ланками і поєднати її в часі і просторі, використовуючи теорію організації будівельних потоків з упорядкуванням календарного плану. Складаються і погодинні графіки, але дотримати їх на практиці дуже складно, тому найчастіше організуються комплексні бригади з виконавців різного профілю. Для кожного крана і виду робіт формується окрема бригада.

Основні правила формування комплексних бригад:

- все робочі працюють однаково або кратну кількість змін,
- час роботи бригади визначається за часом роботи ведучого ланки (ведуча ланка визначається в кожному будівельному процесі по-різному),

- в бригаді передбачається суміщення спеціальностей (тесля-бетонщик, монтажник-сварщик).

В монтажному процесі провідною ланкою є монтажники, і за часом їх роботи (кількості машино-змін) встановлюється час роботи зварників, бетонників і ін.

Оптимізація календарного плану. Календарний план відображає розвиток монтажного процесу в часі, а в разі розбивки на захватки і совмещення роботи кранів (якщо їх більше одного) і в просторі. Календарний план виконується у вигляді лінійного графіка. В цілому його можна розділити на 3 частини:

1 частина - вихідні дані:

- найменування робіт (підготовчі роботи, монтаж панелей і закладення швів, а також обробка);

- обсяги робіт;

- трудомісткість операцій;

- кількість машино-змін, необхідних для монтажу конструкції.

2 частина - планові показники:

- найменування крана, кількість змін роботи крана на добу, склад виконавців, тривалість монтажу конструкцій  $T$ , дн, що розраховується за формулою:

$$T = M / (m \cdot n), \quad (2.8)$$

де:  $M$  - машиноємність монтажу конструкцій, маш-см .;

$m$  - кількість кранів в зміню;

$n$  - кількість роботи крана на добу.

Таким чином, у другому розділі кваліфікаційної роботи автором розроблений новий алгоритм формування оптимальної моделі технології монтажу

індивідуальних житлових будинків з індустріальних сендвіч-панелей, запропоновані принципові вдосконалені конструктивно-технологічні рішення монтажу індивідуальних житлових будинків з індустріальних сендвіч-панелей і обґрунтовані вдосконалені конкретні технологічні рішення зведення індивідуальних житлових будинків з оптимізованих сендвіч-панелей розміром в плані 1,2 на 3,6 м за допомогою вузлів «муфта- гільза».

## РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЗВЕДЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ З ІНДУСТРІАЛЬНИХ СЕНДВІЧ-ПАНЕЛЕЙ

### 3.1 Особливості удосконаленої технології

Перш за все, в цьому дослідженні, автором виявлені наступні переваги застосування сендвіч-панелей при будівництві котеджів.

1. За своїми теплофізичних характеристик сендвіч-панелі до 10 разів перевершують традиційні будівельні матеріали.

2. Швидкість зведення споруд з використанням сендвіч-панелей до 80 разів вище, ніж при будівництві, наприклад, з цегли.

3. Висока вогнестійкість утеплювача з мінеральної вати дозволяє застосовувати панелі в якості зовнішніх огорожувальних конструкцій і протипожежних перегородок: це важливо для I і II кліматичних зон України.

4. Завдяки малій масі, сендвіч-панелі практично не передають велике навантаження на несучі елементи і фундамент, тим самим, дозволяючи зменшити до мінімуму металоємність конструкції і знизити матеріальні витрати.

5. Відповідність санітарним і екологічним нормам, сумісність з технологіями харчової промисловості.

6. Зручність та низькі, в порівнянні з традиційними матеріалами, витрати на транспортування: це важливо "для доступності (дешевизни)" житла.

7. Стійкість до агресивних середовищ: це важливо для I і II кліматичних зон України.

8. Якісна поверхня панелей не вимагає витрат на додаткову обробку.

9. Щодо високий рівень звукопоглинання: це важливо при щільній котеджної забудови.

10. Можливість використання вже встановлених панелей при модернізації об'єкта, і легка заміна панелей, ушкоджених в процесі експлуатації.

11. Можливість створення легких мобільних і збірно-розбірних допоміжним споруд в котеджному будівництві: лазні, сараї, гаражі.

Як показав аналіз літературних джерел [2-13, 18-21], оптимальної обшивкою для сендвіч-панелей є металеве облицювання. У виробництві як профнастилу, так і сендвіч-панелей використовується оцинкована тонколистова сталь з різноманітними видами сучасних полімерних покриттів (рис.3.1).

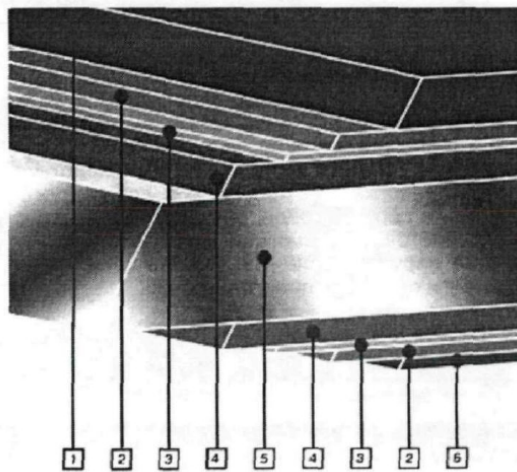


Рисунок 3.1 - Структура листової сталі з полімерним покриттям для сендвіч-панелей: 1-полімерне покриття; 2-грунт; 3-шар пасивації; 4-цинк; 5-сталевий лист; 6 покриття зворотного боку

1. Поліестер (PE). Покриття рекомендується, як правило, для внутрішніх поверхонь, огорожувальних конструкцій. При малій товщині (25 мк) має досить хороші механічні властивості.

2. Пурал (Pigal). Покриття рекомендується для захисту як внутрішніх, так і зовнішніх поверхонь. При товщині 50 мк володіє відмінними антикорозійними властивостями і високим ступенем здатності до формування.

3. Полівінілдіфторид (PVF2). Покриття може бути використано в разі особливих експлуатаційних вимог. Має підвищені міцнісні та антикорозійні властивості. Володіє високим ступенем здатності до формування і стійкістю до ультрафіолетового випромінювання.



4. Пластизоль (PVC200). Покриття рекомендується для захисту як внутрішніх, так і зовнішніх поверхонь. Відрізняється особливими декоративними якостями і підвищеною товщиною (200 мк). Має відмінні антикорозійні властивості і високу ступінь здатності до формування.

Кольорова гама. Колірна гамма покриттів відповідає колірним картам RR (RaColor - 22 основних кольори і RAL (RAL 841 GL - 202 кольору, RAL 840 HR - 17 кольорів), які включають в себе всі основні кольори.

За бажанням замовника може бути підібраний будь-який інший відтінок.

При виборі іноді важливо враховувати вплив кольору на величину коефіцієнтів світлопоглинання і відображення, від яких залежить температура зовнішньої обшивки панелей і, як наслідок, їх деформація, яка не повинна перевищувати допустиму для кожного типу панелей. Від останнього фактора, в свою чергу, залежить максимально можлива довжина панелей (ширина прольотів) огорожувальної конструкції.

Чим темніше колір зовнішньої обшивки, тим вище температура її нагрівання і більше деформація і виникають напруги.

Кольорові карти RR і RAL надаються при виборі панелей для замовлення. Розглянемо далі приклад профілювання металевої обшивки панелей (рис.3.2). Для мінераловатних панелей типу VPS оптимізованої у 2 розділі шириною 1200 мм існує 4 види профілювання металевої обшивки:

- A. Shadowline без канавки;
- B. Shadowline з канавкою;
- C. Гладкий лист з канавкою через 150 мм;
- D. Гладкий лист з канавкою через 200 мм.

Для пінополіуретанових панелей типу ЗК і мінераловатних панелей шириною 900 мм існує один тип профілю металевого облицювання - 5 поздовжніх канавок розміром 6\*2 мм з кроком 150 мм по ширині листа.

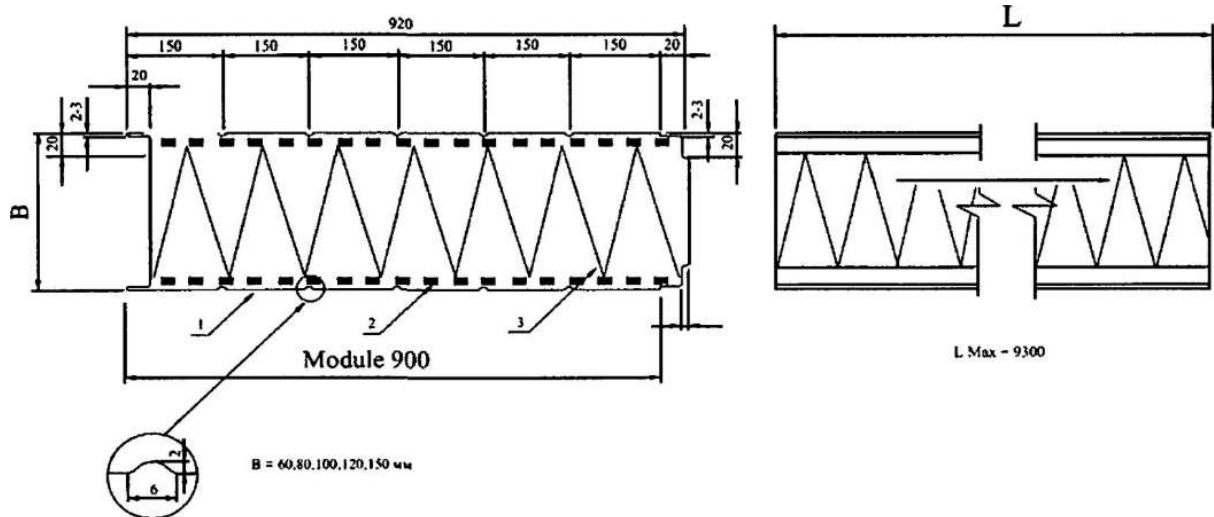


Рисунок 3.2 - Сендвіч-панель металева тришарова з утеплювачем з мінеральної вати типу ВПС (НПМ) для монтажу котеджів

Панелі шириною 1200 мм мають сучасний замок типу "Intalock" для надійного з'єднання суміжних панелей один з одним як при горизонтальному, так і при вертикальному монтажі.

Панелі шириною 900 мм мають П-подібний замок, також допускає будь-який вид монтажу.

1. Профільований лист з полімерним покриттям товщиною 0,5-0,6 мм;
2. Однокомпонентний клей типу "Henkel";
3. Утеплювач - мінеральна вата ("Rockwool").

Різні раціональні види профілювання металевих обшивок панелей шириною 1200 мм представлені автором далі на рис 3.3.

Порівняння теплоізоляційної здатності різних видів будівельних матеріалів для котеджів наведено автором на рис.3.4.

Безкаркасні металеві тришарові панелі з утеплювачем з мінераловатних плит на синтетичному сполучному або заливного пінополіуретану призначені для створення стінових огорожень і підпокрівельних стельових покриттів будівель і споруд відповідно до вимог ДСТУ Б В.1.2-3:2006 з неагресивним або слабоагресивної ступенем впливу газового середовища.

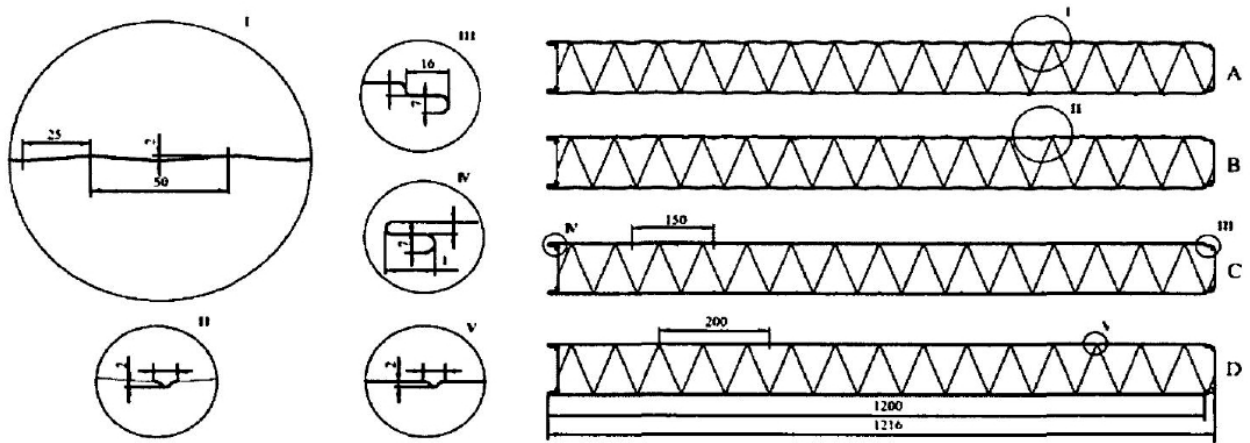


Рисунок 3.3 - Види профілювання металевих обшивок панелей  
шириною 1200 мм

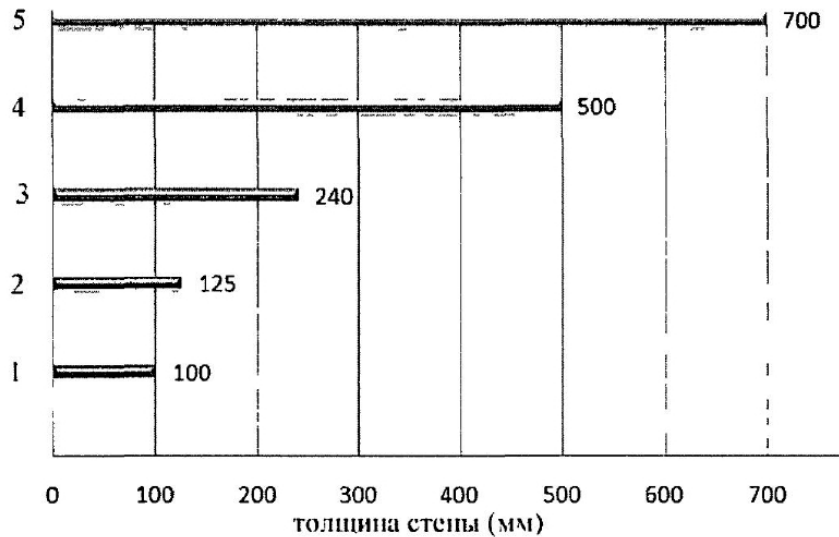


Рисунок 3.4 - Порівняння теплоізоляційної здатності різних видів будівельних матеріалів для котеджів:

- 1 - сендвіч-панель для покрівлі та стін виробництва NordProfil; 2 - пробка; 3 - дерево; 4 - пористий бетон; 5 - повнотіла цегла

Панелі типу VPS - з мінераловатним утеплювачем шириною 1200 мм і 900 мм.

Панелі типу ЗКЗ - з пенополіуретановим утеплювачем шириною 900 мм.

Приклад позначення панелей при замовленні:

4000 VPS900-100 0,5 A-PE RR20 / 0,5B-PE RR20,

де: 4000 - довжина панелі в мм;

VPS - тришарова мінераловатная панель;

900 - ширина панелі в мм;

100 - утеплювач товщиною 100 мм;

0,5 A (B, C, D) - товщина металу обшивки панелі (мм) і види профілювання обшивки (наводяться на малюнках);

PE RR20 - вид і колір полімерного покриття по каталогу RR або RAL виробників металопрокату з полімерним покриттям.

В якості теплоізоляційного матеріалу прийнятий мінераловатний утеплювач виробництва "Rockwool" з теплопровідністю = 0,034 Вт/м<sup>2</sup>°С, розрахункова температура внутрішнього повітря прийнята +18°С.

Таким чином, запропоновану технологію можна використовувати в різних регіонах України.

### **3.2 Організація і технологія виконання робіт по зведенню індивідуальних житлових будинків**

Необхідно розташувати пакети на складському майданчику таким чином, щоб забезпечувався доступ до тих панелям, які монтуються в першу чергу. Послідовність операцій в будівельному технологічному процесі монтажу індивідуальних житлових будинків способом «сухий» збірки сендвіч-панелей оптимізованих розмірів 1,2х3,6 м і 95% ступеня заводської готовності на основі швидкосбірних вузлів «муфта-гільза» розкрита на рис.рис.3.5.

Залежно від проекту готується основа для першої (нижньої) панелі. До цоколю (до бетону), за допомогою спеціальних анкерів (крок 500 600 мм) або самонарезаючих гвинтів (до бруса / балці - крок 500 мм), кріпляться горизонтальні напрямні: або і подібний профіль, або куточок (товщина прокату не менше 1, 0 мм). Попередньо в напрямних робляться отвори для кріплення до фундаменту.

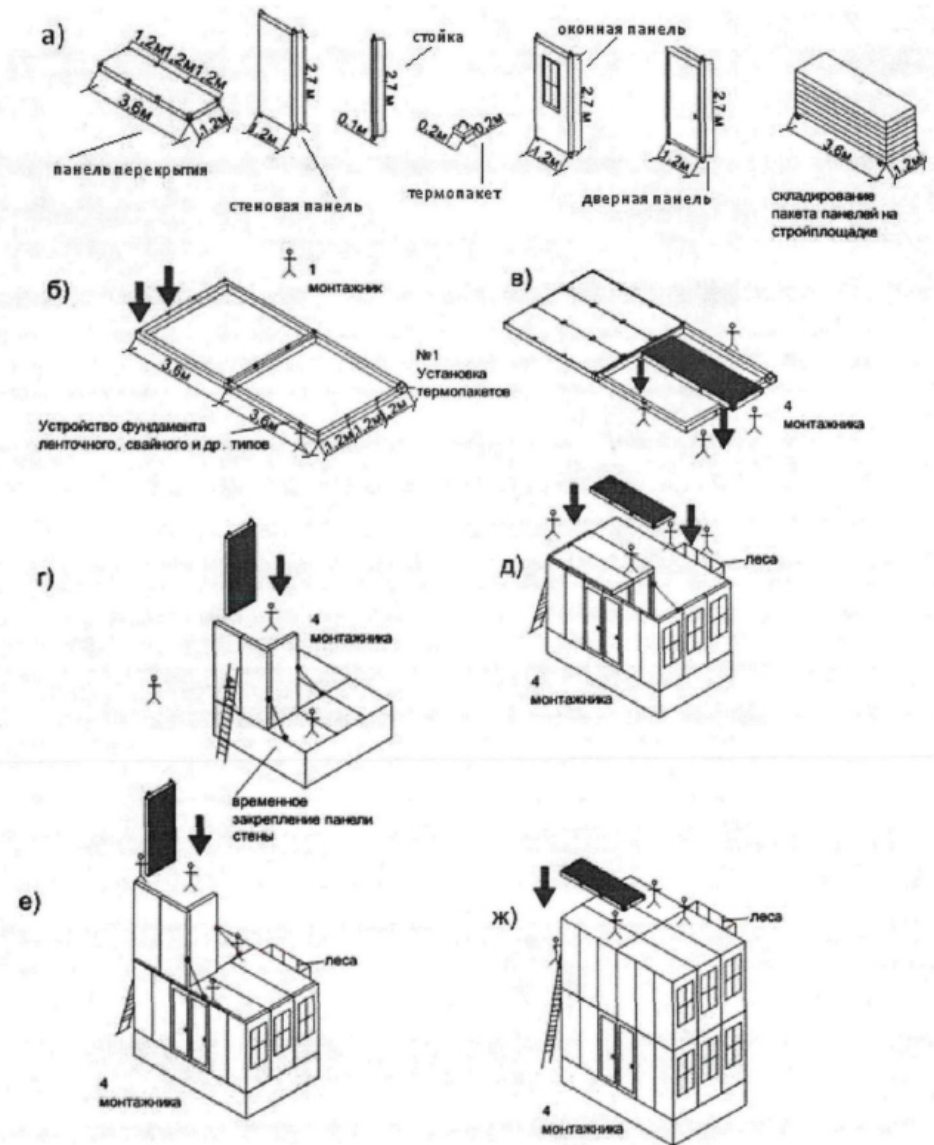


Рисунок 3.5 - Последовательность операций в строительном технологическом процессе монтажа индивидуальных жилых домов способом «сухой» сборки сэндвич-панелей оптимизированных размеров 1,2х3,6 м и 95% степени заводской готовности на основе швидкосбірних вузлів «муфта-гільза»: а) основні види уніфікованих модульних сэндвич панелей і елементів; б) установка дерев'яних Термопакет з гільзами на ростверк фундаменту з кроками 1,2х3,6 м вручну; в) монтаж панелей перекриттів наведенням їх муфт на гільзи Термопакет вручну; г) монтаж панелей стін 1-го поверху наведенням їх гільз на муфти перекриттів і тимчасове закріплення вручну; д) монтаж панелей перекриттів автокраном; е) монтаж панелей стін 2-го поверху автокраном і тимчасове закріплення; ж) монтаж панелей перекриттів 2-го поверху з подальшою «сухий» складанням стінових панелей і кроквяної системи мансарди, покрівлі, монтаж інженерних систем, обробка та ін.

Напрямні на фундамент встановлюються за рівнем, щоб забезпечити горизонтальність монтованих панелей. Якщо необхідно, між напрямними і цоколем, що направляють і панеллю прокладається ущільнювач (герметик).

Спеціальнимизахопленнями за допомогою підйомного механізму панель встановлюється на направляючі так, щоб вона власною вагою притиснула ізоляцію і нижню частину відливу (у разі складеного відливу), що знаходяться в пазі панелі. Число захоплень визначається виходячи з товщини і довжини панелей. Одним захопленням можна піднімати панелі товщиною до 100 мм і довжиною не більше 6 м; товщиною понад 100 мм - довжиною не більше 4,5 м. Потім, за допомогою рівня, перевіряють горизонтальність встановленої панелі. Якщо необхідно, то, послаблюючи і затискаючи відповідну струбцину, вирівнюють рівень.

Аналогічно монтуються всі інші панелі першого ярусу (поверху будинку) і вище. Необхідно відзначити, що якщо за проектом потрібна установка герметика в замках панелей, то його прокладка проводиться безпосередньо перед установкою кожної наступної панелі. У замок панелі 1200 мм ущільнювач може бути встановлений на заводі при виробництві панелей.

Після того, як змонтована одна стіна споруди, приступають до монтажу наступних стін аналогічно-сказаного вище, не забуваючи при цьому, що в першу чергу монтуються стикові панелі, а потім нахлестние. Кутові з'єднання монтуються аналогічно стикових.

Після того, як монтаж панелей закінчений, відповідно до вузлами кріплень панелей встановлюють фасонні елементи. Установку ведуть в напрямку "знизу-вгору", починаючи з установки відливу. Потім в будь-якій послідовності монтують всі інші, з єдиною умовою: нахлест вертикально розташованих нащельников розташовується зверху вниз, щоб уникнути попадання вологи під нащельник. Нахлест при необхідності також обробляється герметиком.

В останню чергу встановлюються вікна та двері з відповідними елементами, такими, як лиштви, відливи і т.д.

Далі автором розроблені технологічні процеси і операції для вертикального монтажу сендвіч-панелей.

1)Вертикальний монтаж, по суті, не відрізняється від горизонтального, однак слід звернути особливу увагу на необхідність забезпечення дос-таточного зусилля при стикуванні сусідніх панелей, що досить важко при використанні панелей значної довжини і маси.

2)Стикування панелей здійснюється за допомогою спеціальних притискних пристроїв, з метою забезпечення надійного з'єднання замкових частин. Стикування панелей за допомогою будь-яких інших (ударних) впливів не допускається.

З урахуванням вимог безпеки, міцності, жорсткості і теплозахисту автором далі розроблені наступні будівельні операції в технології кріплення сендвіч-панелей (рис. 3.6-3.9).

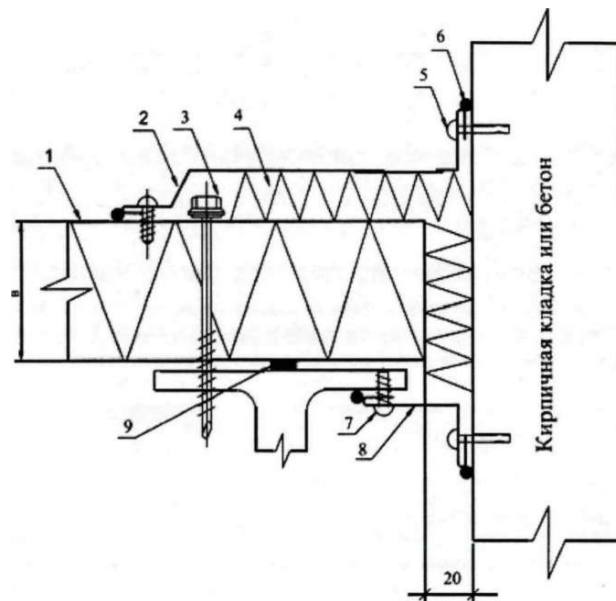


Рисунок 3.6 - Технологія примикання панелі до стіни котеджу: В - товщина панелі; 1-стінна панель; 2-нащельник зовнішній; 3-самонарезающий болт; 4-термоізоляція (мінвата); 5-дюбель; 6-силіконова ізоляція; 7-самонарезающий гвинт; 8-нащельник внутрішній; 9-ущільнювач INSEAL 3209

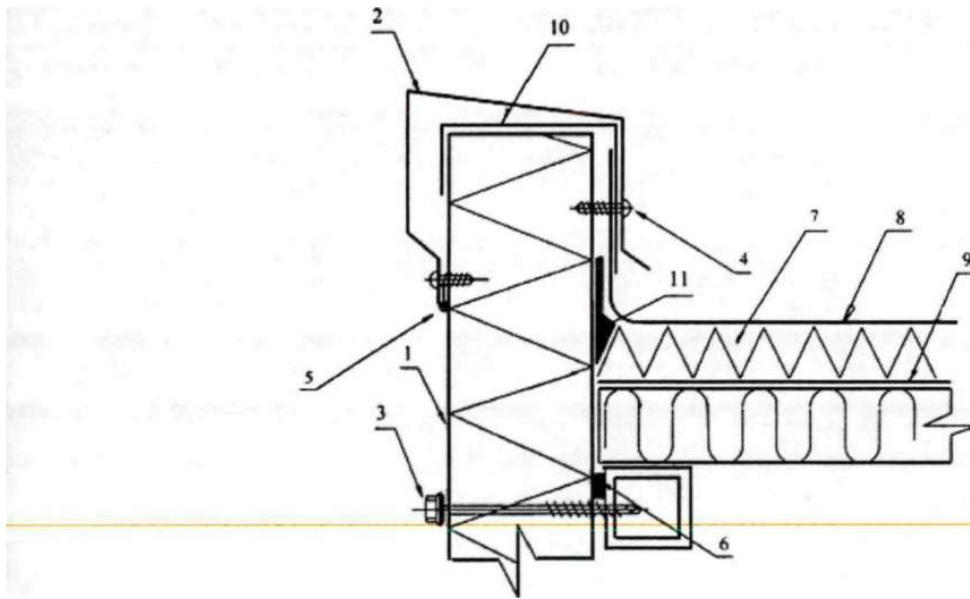


Рисунок 3.7 - Технологія пристрою парапету: 1-стінова панель; 2-нащельник (обрамлення парапету); 3-самонарезаючий болт; 4-теплоізоляція; 5-саморіз 4,3 \* 13, крок 300 мм; 6 силіконова ізоляція; 7-ущільнювач INSEAL 3209 (ізолон); 8-гідроізоляційний килим; 9-пароізоляція; 10-нащельник (Zn); 11-герметик

Пакет панелей має необхідну жорсткість, яка дозволяє здійснювати вантажно-розвантажувальні роботи, складування і зберігання без порушення форми і цілісності.

Конструкція пакета передбачає навантаження і розвантаження за допомогою автотранспорту. Укладені в пакет панелі обтягують з усіх боків поліетиленовою плівкою, краї якої запаюють для захисту від несприятливих атмосферних впливів, що дозволяє тривалий час зберігати панелі без додаткового захисту (навісів, складських споруд).

При правильному закріпленні панелей на транспортному засобі і способі розвантаження гарантується збереження вантажу. Кожна панель маркується у відповідності зі специфікацією замовника. На пакет прикріплюється паспорт, в якому зазначаються відомості: про завод-виробник, тип, кількість та маркування



панелей, покладених в даний пакет. Викладене вище дозволило далі автору провести експериментальне будівництво будинків за запропонованою технологією.

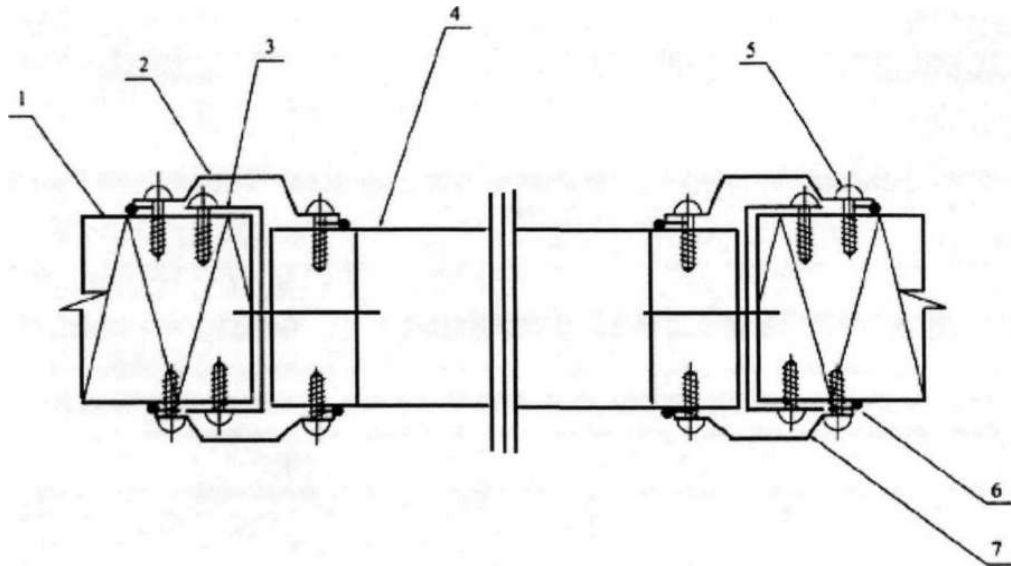


Рисунок 3.8 - Технологія примикання панелі до дверного блоку:  
1-стінова панель; 2-лиштва (внутр.); 3-підсилює профіль (1,2-1,5 мм); 4 дверний блок; 5-самонарезаючий гвинт; 6-силіконовий герметик; 7-лиштва (зовнішній)

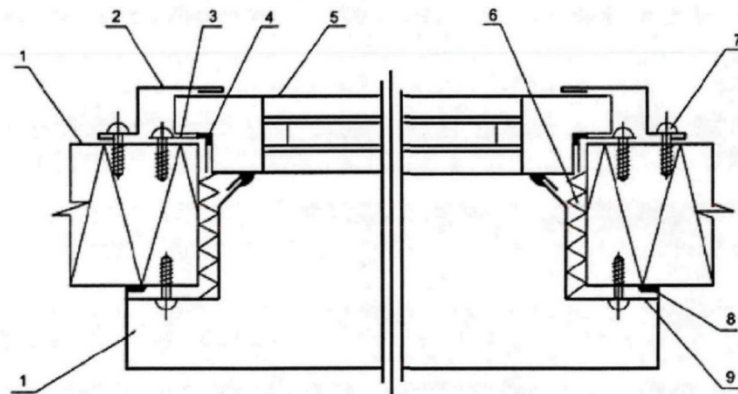


Рисунок 3.9 - Технологія установки вікна:  
1-стінова панель; 2-обрамлення вікна; 3-підсилює профіль; 4-ущільнювач; 5 віконний блок; 6-мінеральна вата; 7-самонарезаючий гвинт; 8-силіконовий герметик; 9-лиштва; 10-карниз

### 3.3 Експериментальне будівництво та обґрунтування оптимальних технологічних параметрів вдосконаленого методу зведення індивідуальних житлових будинків

Грунтуючись на розробленій в цій главі кваліфікаційної роботи теорії технології монтажу котеджів з великорозмірних сендвіч-панелей, автором виконано її практичне впровадження.

У 2019р. в с. Сонячне у м. Запоріжжя автором в літній і осінній час були зведені 3 котеджі з використанням даної технології. Основні будівельні процеси та операції послідовно представлені на рис. 3.10-3.17.



Рисунок 3.10 - Влаштування стрічкового бетонного фундаменту під експериментальний котедж

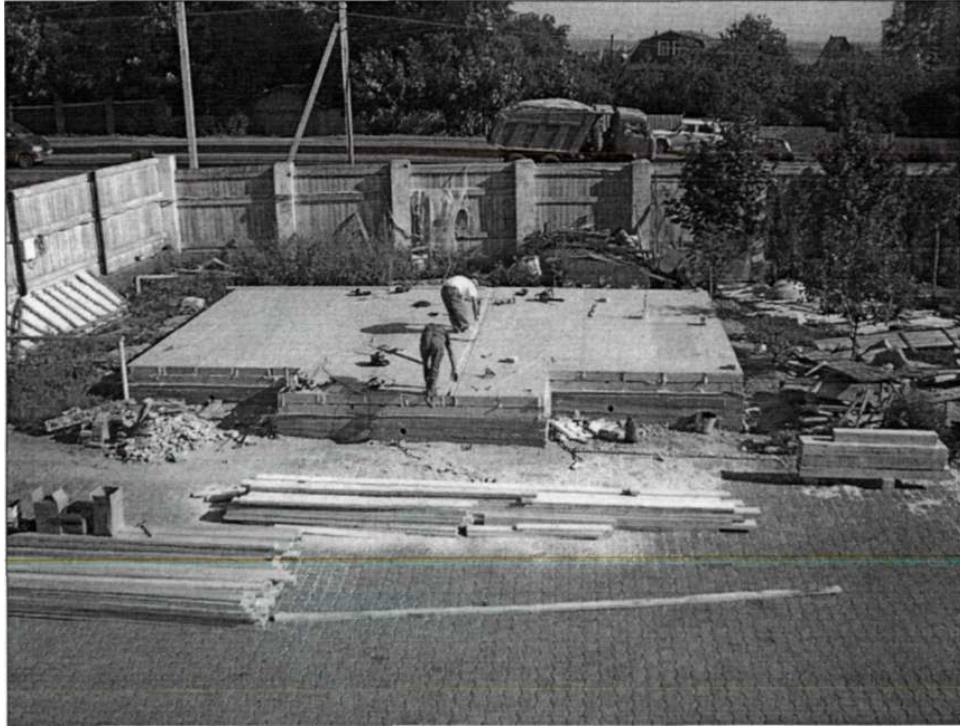


Рисунок 3.11 - Безкрановий монтаж панелей надпідвальних перекриттів з сендвіч-панелей вручну - основний будівельний процес в експериментальній технології



Рисунок 3.12 - Монтаж зовнішніх стінових панелей 1-го поверху з сендвіч-панелей 1,2 на м вручну, ланкою з 3-х робочих 2-го розряду в експериментальній технології



Рисунок 3.13 - Установка зовнішніх стінових панелей 2 поверху  
з сендвіч-панелей



Рисунок 3.14 - Установка панелей перегородок із сендвіч-панелей

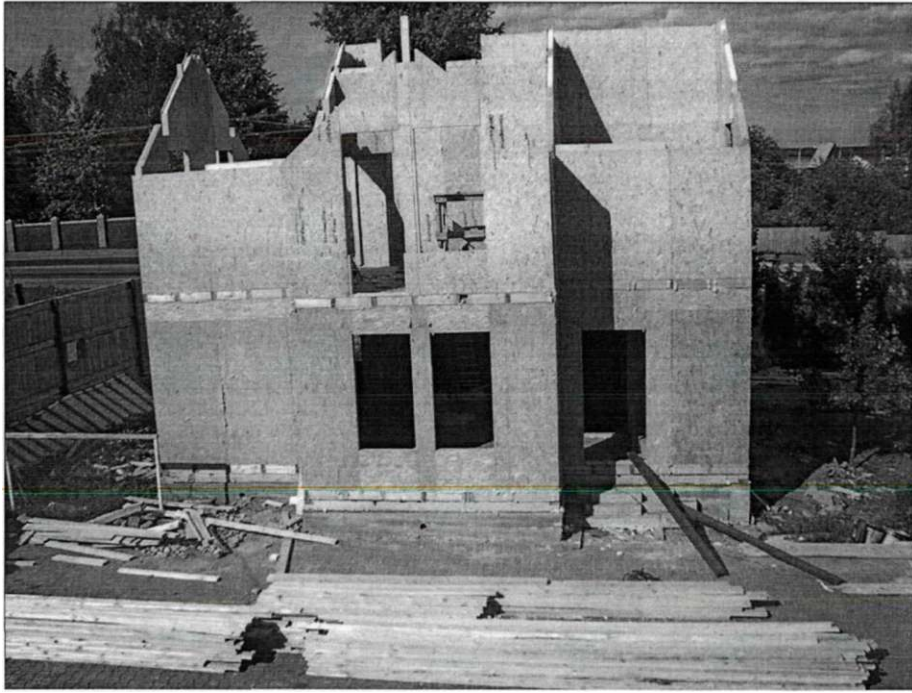


Рисунок 3.15 - Влаштування каркаса і стін горищного простору з сендвіч-панелей



Рисунок 3.16 - Влаштування даху та кровлі



Рисунок 3.17 - Зовнішнє оздоблення котеджу, зведеного за експериментальною технологією з швидкозбірних сендвіч-панелей

В процесі монтажу автором проводилися виміри основних технологічних параметрів: трудомісткості (люд.-зм), машиноємкості (маш.-зм), вироблення (м<sup>2</sup>/люд.-зм.), вартості (грн/м<sup>2</sup>), допусків (мм) і показників якості. Їх аналіз підтвердив високі рівні технологічності, безпеки і якості всіх будівельних процесів. Це забезпечило такі переваги розробленої технології перед традиційними методами, як: зниження трудомісткості, підвищення якості монтажу, зниження вартості збірки, підвищення теплозахисних властивостей зовнішніх огорожувальних конструкцій (рис. 3.18).

Таким чином, була вирішена друга поставлена в 2 чолі наукова задача - на практиці перевірений і обґрунтований як оптимальний вид вузлів з'єднання панелей між собою, виходячи з двох критеріїв оптимальності - мінімуму трудомісткості їх монтажу і максимуму простоти, зручності їх з'єднання між собою вручну малим ланкою з 2-4 робочих невисокої кваліфікації 2-3 розряду.

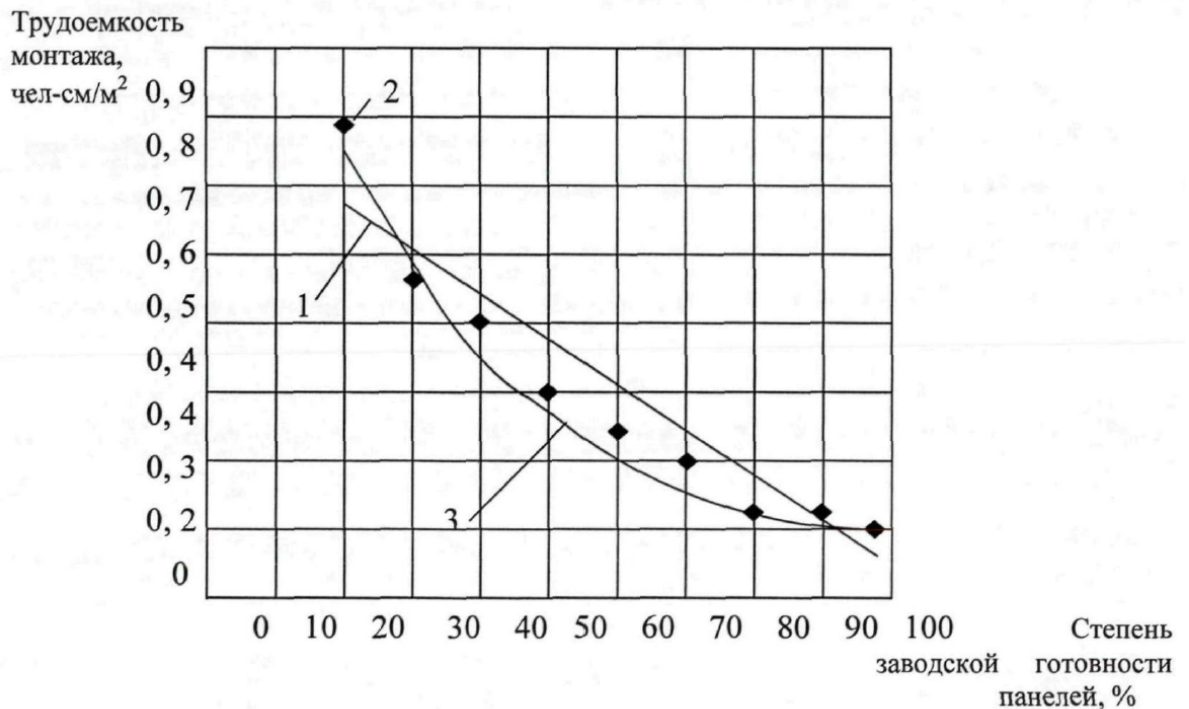


Рисунок 3.18 - Залежність зниження трудомісткості монтажу індивідуальних житлових будинків від фактора впливу - підвищення ступеня заводської готовності сендвіч-панелей: 1 - теоретичні (розрахункові) значення; 2 - експериментальні (натурні) значення; 3 - апроксимація

Була виявлена нова залежність зниження питомої трудомісткості монтажу індивідуальних житлових будинків з сендвіч-панелей високого ступеня заводської готовності (90-95%) від підвищення площі будинків (рис. 3.19).

Далі був виконаний порівняльний аналіз інноваційних технологічних переваг розроблених рішень монтажу індивідуальних житлових будинків і існуючих технологій (табл. 3.2).

Далі автором був розроблений склад операцій і засоби контролю.

Контрольно-вимірвальний інструмент: лінійка вимірвальна, схи́л будівельний, рулетка. Вхідний і операційний контроль здійснюють: майстер (виконроб) - в процесі робіт. Приймальний контроль здійснюють: працівники служби якості, майстер (виконроб), представники технагляду замовника.

Трудоемкость

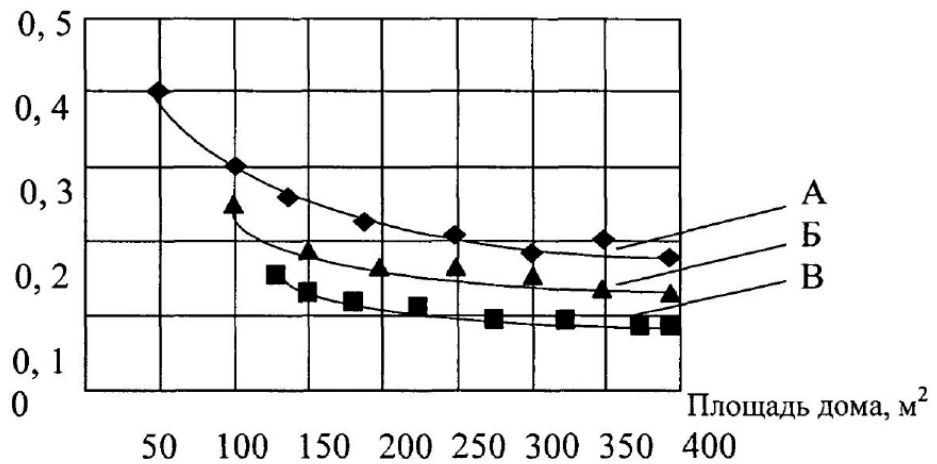
монтажа,  
чел-см/м<sup>2</sup>

Рисунок 3.19 - Залежність зниження питомої трудомісткості монтажу індивідуальних житлових будинків з сендвіч-панелей високого ступеня заводської готовності (90-95%) від підвищення площі будинків: А - одноповерхові будинки; Б - двоповерхові будинки; В - триповерхові будинки; 1 - експериментальні значення; 2 - апроксимації

Закінчені монтажем конструкції стін слід приймати на всю будівлю, температурний блок або по прольотах. Викладене вище дозволяє далі обґрунтувати необхідні матеріально-технічні ресурси для монтажу котеджів.

### МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНІ РЕСУРСИ

Типи, марки і основні технічні характеристики панелей.

Фізико-механічні параметри утеплювачів.

Мінераловатні панелі. Як утеплювач для мінераловатних панелей використовується негорюча базальтова вата В особливих випадках в замковій частині панелей може закладатися брусок мінеральної вати сендвіч-баттс до більш високої щільності з метою підвищення механічної міцності, теплоізоляційної здатності та протипожежної безпеки.



Таблиця 3.2 - Порівняльний аналіз технологічних переваг розробленого методу монтажу індивідуальних житлових будинків і існуючих технологій

№	Показники технологічних переваг	Од. вим.	Види будівельних технологій						
			традиційні				Швидкокомтовані		
			монолітний бетон	Цегляна кладка	Монтаж панелей з бетону	Пристрій каркаса і обшивка його утеплювачем	Монтаж дрібних сендвіч-панелей на болтах	Монтаж середніх сендвіч-панелей на накладках	Монтаж великих сендвіч-панелей (удоск. техн.)
1	Трудомісткість монтажу	чол.-ч/м <sup>2</sup>	20	10	5	3	1	0,4	0,2
2	Ступінь заводської готовності	%	50	60	70	75	80	85	95
3	Трудомісткість демонтажу	чол.-ч/м <sup>2</sup>	-	-	-	-	1	0,5	0,2
4	Вартість монтажу	грн/м <sup>2</sup>	3000	2000	1000	600	200	80	40
5	Маса панелі	кг	3000	3000	3000	200	150	300	100
6	Розряд робочих	-	5-6	5-6	4-5	3-4	3-4	3-4	1-2
7	Догляд за конструкціями	-	+	+	+	+	-	-	-
8	Каркас панелі	-	ЗБК	ЗБК	ЗБК	дерево	дерево	дерево	сталь
9	Теплоізоляція	-	газобетон, кераміка	кераміка, газобетон	газобетон, кераміка	пінопласт	скловата	мін.вата.	базальт.
10	Обшивка	-	штукатурка	штукатурка	навісний фасад	Проф.настил	фонера	фонера	сайдинг
11	Вузли з'єднання	-	бетон, зварюв.	розчин, зварюв.	розчин, зварюв.	Цвяхи, саморізи	Болти, саморізи	болти	гільза-муфта

В якості сполучного при виробництві панелей використовується однокомпонентний клей виробництва фірми "Henkel". В якості теплоізолюючого матеріалу в панелях використовується заливний поліуретан.

Комплектуючі. Поряд з основною продукцією, що випускається на заводі виготовляються всі необхідні для монтажу сендвіч-панелей і профнастилу додаткові елементи: нащельники, кріплення і ущільнювачі.

Фасонні елементи. Фасонні елементи (нащільники), якими перекривають шви і відкриті частини панелей, виготовляються як за наведеними типовим ескізами, так і відповідно до індивідуальних вимог замовника. Як правило, нащільники виконані з оцинкованої сталі і зі сталі з полімерним покриттям відповідного виду і кольору.

Кріплення фасонних елементів здійснюється за допомогою саморізів або заклепок. Крок кріплення при цьому зазвичай приймається рівним 300 мм.

Нащільники рекомендується встановлювати з нахлестом 100 мм, і при їх установці використовувати силіконовий герметик відповідно до наведених вузлами кріплення панелей.

Крім захисної функції, фасонні елементи несуть декоративне навантаження і надають архітектурну завершеність будівлі.

Елементи кріплення. У комплект поставки сендвіч-панелей може входити весь набір кріпильних елементів: від самонарезаючих болтів для монтажу панелей до саморізів і заклепок для установки фасонних елементів.

Самонарізаючі болти або дюбелі підбираються залежно від товщини панелей і товщини матеріалу несучої конструкції, а їх кількість - в залежності від діючих навантажень і довжини встановлюються панелей (тобто розмірів прольотів). Як правило, кожна панель встановлюється на 4 кріпильних елемента, однак короткі панелі (коротше 0,8 м) вимагають для закріплення 2 болта. Для випадку збільшених прольотів (більше 6,5 м), значних впливів-ствующих навантажень (більше 0,7 кН/м) і особливих вимог пожежної безпеки число кріпильних елементів на одну панель може зрости до 6-8 шт. [29].

Саморізи для кріплення фасонних елементів можуть бути пофарбовані в потрібний колір. Правильний вибір елементів кріплення, що поєднують в собі безпеку і міцність, гарантує тривалий термін експлуатації будівлі. Так, наприклад, болти з нержавіючої сталі з немагнітними властивостями більш життєздатні і економічно не дорожче, ніж всебічний захист від корозії. Крім того, вартість кріпильних елементів лише в незначній мірі впливає на вартість всієї будівлі.

Зразкова витрата кріпильних елементів для умовного усередненого поліуретанову самоклеящуюся стрічку, що закріплюється відповідно до представлених вузлами панелей між площиною панелі і несучою конструкцією.

Для забезпечення герметичності і запобігання можливості промерзання в вузлах з'єднання панелей один з одним, в замкові частини панелей з внутрішньої сторони (а при необхідності і з зовнішньої) наноситься герметик (як правило, силікон).

Необхідність нанесення герметика на зовнішню сторону замкового з'єднання може бути викликана особливими вимогами до герметичності і підвищеними зовнішніми (наприклад, вітровими) навантаженнями.

Витрати на герметики складають менше 1% загальної вартості зведення будівлі, а втрати тепла через негерметичність споруди можуть скласти близько 12% від витрат на його експлуатацію.

За бажанням замовника, для запобігання виробів від механічних пошкоджень при транспортуванні і монтажі, в процесі виробництва панелей на металеві поверхні наклеюється захисна поліетиленова плівка, яка легко видаляється після закінчення монтажних робіт.

І, в заключення, автором пропонуються наступні заходи з охорони навколишнього середовища і правила техніки безпеки з урахуванням [10, 20, 30].

Охорона праці при виконанні монтажних робіт по зведенню котеджів з сендвіч - панелей.

Монтажні роботи є найбільш небезпечними з усього комплексу будівельно-монтажних робіт, так як пов'язані з переміщенням і установкою важких елементів конструкцій (у нас до 100 кг) і зазвичай на великій висоті (у нас до 2 поверхів).

На будівельному майданчику повинна бути позначена знаками технологічна зона монтажу, тобто робоча зона, зони складування, попереднього складання і транспортування сендвіч-панелей з землі до місця установки. Особлива увага повинна бути приділена зоні підвищеної небезпеки - роботі декількох монтажних механізмів на прилеглих монтажних ділянках, на одному або різних рівнях роботи по вертикалі.

До монтажу та виробництва допоміжних робіт з розвантаження, складання і строповке збірних елементів робочих допускають тільки після вступного інструктажа. К виробництва верхолазних робіт допускають монтажників не нижче 4-го розряду, старше 18 років і зі стажем роботи не менше двох років. Для отримання допуску необхідно пройти курс навчання з техніки безпеки і здати необхідні випробування. Знання перевіряють не рідше одного разу на рік, медичний огляд проводять не рідше двох разів на рік.

Вантажозахоплювальні пристрої, стропи й інший інвентар повинні бути забезпечені бирками із зазначенням вантажопідйомності. Їх відчувають на подвійне навантаження не менше двох разів на рік, за результатами огляду видають спеціальні паспорти.

При роботі на висоті монтажники обов'язково надягають монтажні пояси і за допомогою ланцюга з кріпильним пристроєм зачіпають себе до петель змонтованих конструкцій або до натягнутим і закріпленим тросах. Робочий інструмент повинен бути в ящиках або сумках, щоб уникнути падіння. При підйомі елементів для запобігання їх розгойдування або крутіння вони обов'язково беруться на розтяжки. Підняті елементи забороняється залишати у висячому положенні при перервах в роботі. Підйом будь-яких вантажів дозволяють тільки при вертикальному положенні - поліспасти монтажного крана тобто без підтяжки піднімається

елемента. Вантаж, що піднімається повинен бути менше або відповідати вантажопідйомності монтажного крана на даному вильоті стріли; відповідна таблиця залежності вильоту і вантажопідйомності повинна бути вивішена біля робочого місця машиніста.

На будівельному майданчику влаштовують проходи і проїзди, на видних місцях закріплюють покажчики небезпечних і заборонених зон. У нічний час будмайданчик обов'язково висвітлюють.

Вантажозахоплювальні пристрої після кожного ремонту повинні підлягати випробуванню на навантаження, в 1,25 рази перевищує їх нормальну вантажопідйомність з тривалістю витримки 10 хв. Результати оглядів вантажозахоплювальних пристроїв заносять в журнал обліку. Огляди виконуються: для траверс через кожні 6 міс .; для строп і тари - через кожні 10 діб; для інших захоплень - через місяць.

Не допускається виконання монтажних і послемонтажних робіт на одній захватці, але на різних горизонтах. В окремих випадках робиться виняток, але при цьому розрив у рівнях не повинен бути меншим ніж три перекриттів.

Границю небезпечної зони визначають відстанню по горизонталі від можливого місця падіння вантажу при його переміщенні краном. Це відстань при максимальній висоті підйому вантажу до 20 м повинно бути не менше 7 м, при висоті до 100 метрів - не менше 10 м, при більшій висоті розмір його встановлюють в проекті виконання робіт.

Змонтовані з сендвіч-панелей міжповерхові перекриття і покриття котеджу повинні бути огорожені до початку наступних робіт.

Особливі запобіжні заходи слід приймати при зміні погодних умов. Не допускається виконання монтажних робіт на висоті у відкритих місцях при швидкості вітру 15 м/с і більше, при ожеледиці, грозі і тумані. Роботи по переміщенню та встановленню великорозмірних панелей стін і подібних до них конструкцій з велику парусність, слід припиняти при швидкості вітру 10 м / с і більше.

При виконанні будівельно-монтажних робіт пожежну безпеку на ділянці виконання робіт і на робочих місцях слід забезпечувати відповідно до вимог.

Особи, винні в порушенні правил пожежної безпеки, несуть уголовну, адміністративну, дисциплінарну або іншу відповідальність відповідно до чинного законодавства.

Відповідальним за пожежну безпеку на будівельному об'єкті призначається наказом особу з числа ІТП організації, що виробляє роботи.

Всі робітники, зайняті на виробництві, повинні допускатися до роботи тільки після проходження протипожежного інструктажу та додаткового навчання з попередження і гасіння можливих пожеж.

На робочих місцях повинні бути вивішені таблички із зазначенням номера телефону виклику пожежної охорони та схеми евакуації людей на випадок пожежі.

На місці ведення робіт повинні бути встановлені протипожежні пости, забезпечені пожежними вогнегасниками, ящиками з піском і щитами з інструментом, вивішені попереджувальні плакати. Весь інвентар повинен знаходитися в справному стані.

На території забороняється розведення багать, користування відкритим вогнем і паління.

Палити дозволяється тільки в місцях, спеціально відведених та обладнаних для цієї мети. Там обов'язково повинна знаходитися бочка з водою.

Електромережа слід завжди тримати в справному стані. Після роботи необхідно вимкнути електрорубильник всіх установок і робочого освітлення, залишаючи тільки чергове освітлення.

Ділянки робіт, робочі місця і проходи до них в темний час доби повинні бути освітлені відповідно ДСТУ Б А.3.2-15:2011. Освітленість повинна бути рівномірною, без сліпучої дії приладів на працюючих. Виробництво робіт в неосвітлених місцях не допускається.

Робочі місця і підходи до них потрібно утримувати в чистоті, своєчасно очищаючи їх від сміття.

Зовнішні пожежні драбини і огороження на даху повинні міститися в справному стані.

Забороняється захарашувати проїзди, проходи, під'їзди до місць розташування пожежного інвентарю, воротам пожежної сигналізації.

Мережі протипожежного водогону повинні перебувати в справному стані і забезпечувати необхідний за нормами витрата води на потреби пожежогасіння. Перевірка їх працездатності повинна проводитися не рідше двох разів на рік (навесні та восени).

Для опалення тимчасових мобільних (інвентарних) будівель повинні використовуватися парові та водяні калорифери і електронагрівачі заводського виготовлення.

Сушіння одягу та взуття повинно проводитися в спеціально пристосованих для цієї мети приміщеннях з центральним водяним опаленням або із застосуванням водяних калориферів.

Забороняється сушити обтиральні та інші матеріали на опалювальних приладах. Промаслений спецодяг і ганчір'я, тару з-під легкозаймистих речовин необхідно зберігати в закритих ящиках і видаляти їх після закінчення роботи.

Забороняється ставити на базі машини, мають текти палива або масла, і з відкритою горловиною паливного бака

Забороняється зберігати на будмайданчику запаси палива і масел, а також тари з-під них поза паливо і маслохраниліща.

Мити деталі машин і механізмів паливом дозволяється тільки в спеціально призначених для цього приміщеннях.

Пролиті паливо і масло необхідно засипати піском, який потім слід прибрати.

Електрозварювальна установка на час роботи слід заземлити.

Над переносними і пересувними електрозварювальними установками, використовуваними відкритому повітрі, повинні бути споруджені навіси з негорючих матеріалів для захисту атмосферних опадів.

Робочі і ІТП, зайняті на монтажі котеджів з сендвіч-панелей, зобов'язані:

- дотримуватися на виробництві вимоги пожежної безпеки, а також дотримуватися і підтримувати протипожежний режим;

- виконувати заходи обережності при користуванні небезпечними в пожежному відношенні речовинами, матеріалами, обладнанням;

- в разі пожежі повідомити про нього в пожежну охорону і вжити заходів до порятунку людей і ліквідації пожежі.

Таким чином, в цьому розділі виконано експериментальне будівництво та обґрунтування оптимальних технологічних параметрів вдосконаленого методу зведення індивідуальних житлових будинків.



## ВИСНОВКИ

1. Запропоновано новий теоретичний підхід до розробки вдосконаленої технології в будівельному процесі зведення швидкокомтованих індивідуальних житлових будинків у спрощений спосіб «сухий» збірки індустріальних сендвіч-панелей методом моделювання та подальшої багатокритеріальної оптимізації технологічних рішень за критеріями мінімуму трудомісткості і вартості монтажу.

2. Розроблено вдосконалені технологічні рішення монтажу оптимізованих за розмірами сендвіч-панелей 1,2 на 3,6 м, що складаються з каркаса, мінераловатних теплоізоляційних плит і облицювальних сталевих і цементних обшивок, які з'єднуються між собою за допомогою нових швидкозбірних шарнірних вузлів типу «муфта- гільза » і герметизуються укладанням пружних теплозахисних шнурів з силікону і вилатерма в пази панелей до їх монтажу, з урахуванням найбільш важливих критеріїв оптимальності: мінімуму витрат праці та машинного часу і мінімуму вартості.

3. Виявлено основні чинники і закономірності, що впливають на оптимізацію технологічних режимів зведення індивідуальних житлових будинків з індустріальних сендвіч-панелей: зниження трудомісткості і вартості монтажу від: збільшення розмірів, ступеня заводської готовності і маси панелей; зниження трудомісткості пристрою вузлів з'єднань; скорочення тривалості будівництва від підвищення: кількості і кваліфікації робітників у ланці, змінності і ступеня механізації робіт.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Абалкин В.М., Хайтун А.Д. Мобильность строительного производства: учеб. для вузов. Москва, 2002. 544 с.
2. Адам Ф. М. Технология строительства модульных малоэтажных зданий: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.08 / Вильнюс, 2001. 253 с.
3. Альбом усовершенствованных железобетонных конструкций для капитального ремонта жилых домов. Москва, 1988. 100 с.
4. Андрушкявичюс А. З. Методы комплексной реконструкции исторического центра старого города: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.08 / Вильнюс, 1984. 212 с.
5. Андре К. Досвід реконструкції центрів: довідник. Харків, 2000, 44 с.
6. Атаєв С.С., Данилов М.М., Прикіна Б.В. Технологія будівельного виробництва: навч. посіб. Київ: Недра, 2001. 599 с.
7. Афанасьев А.А. Возведение зданий и сооружений из монолитного железобетона: учеб. пособие. Москва: СИ, 1990. 376 с.
8. Бадьин Г.М. Технология возведения зданий и сооружений. Москва: Статистика, 1990. 152 с.
9. Борисов В.І. Проблеми векторної оптимізації. *Дослідження операцій*. Київ: Наука, 2005. С. 72-91.
10. Брахман Т.Р. Багатокритеріальної і вибір альтернативи в техніці: навч. посіб. Харків: Радио и связь, 2001. 288 с.
11. Брук Б.Н., Бурков В.Н. Методы экспертных оценок в задачах упорядочения объектов. *Изв. АН СССР*, 1972. № 3. С. 29-39.
12. Бубес Е.Я., Попов Г.Т., Шарлигіна К.А. Оптимальне перспективне планування капітального ремонту та реконструкції житлового фонду: навч. посіб. Київ: КНУБА, 2008. 190 с.
13. Булгаков С.Н. Технологичность бетонных конструкций и проектных решений: учеб. пособие Москва: СИ, 2005. 303 с.

14. Вилкас Э. Быстровозводимые и мобильные здания и сооружения: перспективы использования в современных условиях. *Математические методы в социальных науках*. Вильнюс, 2001. Вып.1. С.13-60.
15. Вилкас Э. Многоцелевая оптимизация. *Математические методы в социальных науках*. Вильнюс, 2002. Вып.7. С.17—67.
16. Глотов В.А., Гречко В.М., Павельев В.В. Экспериментальное сравнение некоторых методов определения коэффициентов относительной важности. *Многокритериальные задачи принятия решений*. Киев: Машиностроение, 2005. С.156-168.
17. Гусаков А.А. Організаційно-технологічна надійність будівельного виробництва: навч. посіб. Київ, КНУБА, 2010. 254 с.
18. Гусаков А.А. Основи проектування організації будівельного виробництва (в умовах АСУ) : навч. посіб. Київ, КНУБА, 2009. 288 с.
19. Гусаков А.А. Системотехніка в будівництві: навч. посіб. Київ: Недра, 2010. 440 с.
20. Де Гроот М. Оптимальные статистические решения: пер. с англ. Москва: Мир, 2003. 491 с.
21. Євланов Л.Г. Теорія і практика прийняття рішень: навч. посіб. Харків: Економіка, 1984. 176 с.
22. Євланов Л.Г., Кутузов В.А. Експертні оцінки в управлінні: навч. посіб. Київ: Економіка, 2002. 133 с.
23. Емельянов С.В., Ларичев О.И. Многокритериальные методы принятия решений: метод.ук. Москва:Знание, 1985. 32 с.
24. Завадскас Э.К. Комплексная оценка и выбор ресурсосберегающих решений в строительстве: уч. пособие. Вильнюс: Мокслас, 2010. 210 с.
25. Завадскас Э.К. Основы оптимизации строительного производства. - Вильнюс, 1979. - 76 с.
26. Інструкція по розробці проектів організації і проектів виробництва робіт з капітального ремонту житлових будинків. Київ, 1995. 19 с.

28. Колотілкін Б.М. Долговечность житлових будинків: навч. посібник. Київ: СІ, 2003. 254 с.
29. Краснекер А.С. Задачи и методы векторной оптимизации. *Измерения, контроль, автоматизация*. 1975. №1, вып.3. С.51-53
30. Кутуков В.Н. Реконструкція будівель: навч. посібник. Київ.: ВШ, 2008. 263 с.
31. Макаров И.М., Виноградская Т.М. Теория выбора и принятия решения: уч. пособие. М.: Наука, 1982. 327 с.
32. Матвеев Е.П. Технологія реконструкції житлових будівель методом вбудованих будівельних систем: дис...канд.техн.наук: 05.23.08 / Одеса:ОДАБА, 2005. 286 с.
33. Мешічек В.В., Ройтман А.Г. Капітальний ремонт, модернізація та реконструкція житлових будинків: навч. посібник. Київ: СІ, 2005. 241 с.
34. Миловидов Н.Н., Осин В.А., Шумилов М.С. Реконструкція житлової забудови. Київ, 2000. 240 с.
35. Михалко В.Р. Ремонт конструкцій великопанельних будинків. Київ.: СІ, 2000. 311 с.
36. Монфред Ю.Б., Финельд В.П. Рекомендації з аналізу технологічності серій типових проектів мобільних будівель. Харків: 1995. 89 с.
37. Нейман Д. фон, Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение : Пер. с англ. Москва:Наука, 1970. 707 с.
38. Ніколаєв С. В. Збірний залізобетон: вибір технологічних рішень. Дніпро, 1999. 240 с.
39. Олейник П.П., Фомиль Л.Ш. Інженерна підготовка території будівельного майданчика промислового підприємства: навч. Посібник. Київ. :СІ, 2006. 240 с.
40. Олейник П.П. Удосконалення організації будівельного виробництва. *Промислове будівництво*. Харків: 1999. N 9 с. 14 - 15.

41. Олійник П.П. Вибір раціональних організаційних рішень для реконструкції підприємств. *Економіка будівництва*. Київ: 1993. № 3. с.20 - 25.
42. Онуфриев Н.М. Посилення залізобетонних конструкцій промислових будівель і споруд. Львів, 1998. 342 с.
43. Организация, планирование и управление строительством / Под ред. А. К. Шрейбера. Москва:ВШ, 1977. 352 С.
44. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальні рішення багатокритеріальних задач. Київ.:Наука, 2003. 254 с.
45. Подиновский В. В. Об относительной важности критериев в многокритериальных задачах принятия решений. *Многокритериальные задачи принятия решений*. Москва:Машиностроение, 1978. С. 48-82.