

Міністерство освіти і науки України  
Державний вищий навчальний заклад  
«Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»

На правах рукопису



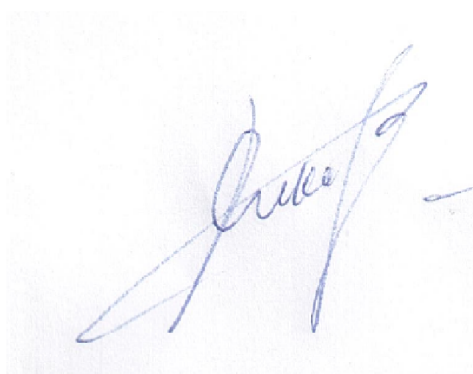
Кузьменко Олександра Миколаївна

УДК 69.059:699.86

**ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ВЛАШТУВАННЯ  
ДОДАТКОВОЇ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ КОНСТРУКТИВНОГО ВУЗЛА  
«БАЛКОННА ПЛИТА – ПЛИТА ПЕРЕКРИТТЯ»**

05.23.08 – технологія та організація  
промислового та цивільного будівництва

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук



Науковий керівник  
Дікарев Костянтин Борисович  
кандидат технічних наук, доцент

Дніпро – 2016

## Зміст

	стор.
Вступ	5
РОЗДІЛ 1 СТАН ПИТАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ В БУДІВЕЛЬНУ ГАЛУЗЬ. НАУКОВА ГІПОТЕЗА, МЕТА ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ	12
1.1 Актуальність розробки та застосування конструктивно- технологічних рішень, орієнтованих на підвищення енергоефективності об'єктів житлового будівництва	12
1.2 Класифікація теплопровідних включень	15
1.3 Науково-технічні досягнення вітчизняних і зарубіжних вчених та промислових виробників в галузі утеплення будівель	16
1.4 Огляд нормативної документації, що стосується теплопровідних включень будівельних конструкцій	20
1.5 Використання тепловізійного методу виявлення дефектів теплозахисних властивостей в зонах теплопровідних включень житлових будівель	23
1.6 Наукова гіпотеза, мета, задачі та шляхи їх вирішення	27
РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ВЛАШТУВАННЯ ДОДАТКОВОЇ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ КОНСТРУКТИВНИХ ВУЗЛІВ В ЗОНАХ ТЕПЛОПРОВІДНИХ ВКЛЮЧЕНЬ	31
2.1 Передумови вдосконалення технології влаштування додаткової теплоізоляції балконних плит	31
2.2 Дослідження параметрів, які забезпечують якість та експлуатаційну надійність вузла «балконна плита – плита перекриття»	35
2.2.1 Вплив додаткової теплоізоляції на температурні показники та виявлення їх відповідності нормативним значенням	35

2.2.2	Дослідження вологісного режиму експлуатації додаткової теплоізоляції балконів	47
2.3	Експериментальні дослідження ефективності додаткової теплоізоляції	52
2.3.1	Загальна методика експериментальних досліджень	52
2.3.2	Конструктивно-технологічні особливості влаштування зразків додаткової теплоізоляції у кліматичних камерах	53
2.3.3	Лабораторне дослідження ефективності використання додаткової теплоізоляції	58
	Висновки по розділу 2	72
РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТРИВАЛОСТІ, ТРУДОМІСТКОСТІ ТА ВАРТОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВЛАШТУВАННЯ ДОДАТКОВОЇ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ БАЛКОНІВ ОБ'ЄКТІВ ЖИТЛОВОГО БУДІВНИЦТВА		74
3.1	Об'єкт дослідження, методика отримання та обробки результатів спостережень виробничих процесів влаштування додаткової теплоізоляції в умовах будівництва	74
3.2	Параметри тривалості робіт з улаштування додаткової теплоізоляції	81
3.3	Розрахунок норм часу на влаштування додаткової теплоізоляції балконів	85
3.4	Дослідження впливу можливих конструктивно-технологічних рішень теплоізоляції балконів на кінцеві техніко-економічні показники їх влаштування	92
3.5	Встановлення статистичних залежностей між техніко-економічними показниками влаштування додаткової теплоізоляції та економічним ефектом від впровадження вказаного рішення	95
	Висновки по розділу 3	104
РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ВИБОРУ ДОЦІЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВЛАШТУВАННЯ		106

## ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ З ОЦІНКОЮ ЇХ ЕФЕКТИВНОСТІ

4.1	Розробка прикладної програми для техніко-економічних розрахунків за можливими варіантами технології виконання робіт з теплоізоляції балконів	106
4.2	Економічна доцільність впровадження розробленої технології в будівельну практику України	108
4.3	Методична схема вибору раціонального варіанту технології робіт з теплоізоляції балконів житлових будинків	113
4.4	Проектування технологічної карти з улаштування перекриття з додатковою теплоізоляцією балконних плит	117
4.5	Пропозиції щодо підвищення енергоефективності конструктивних вузлів, що містять теплопровідні включення	122
	Висновки по розділу 4	124
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	126
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	129
	ДОДАТОК А Об'єкти-представники будівництва, що обрані для аналізу	147
	ДОДАТОК Б Характеристики теплоізоляційних елементів (додаткової теплоізоляції)	157
	ДОДАТОК В Вихідні дані для статистичного моделювання	158
	ДОДАТОК Д Кореляційні матриці для всіх груп обчислювального експерименту	161
	ДОДАТОК Е Результати парного лінійного регресійного аналізу	162
	ДОДАТОК Ж Графічне зображення статистичних залежностей	174
	ДОДАТОК З Калькуляції трудовитрат та заробітної плати. Графіки виробництва робіт з улаштування теплоізоляції балконів	179
	ДОДАТОК И Технологічна карта з улаштування перекриття з додатковою теплоізоляцією балконних плит типового поверху	187
	ДОДАТОК К Розроблені та запатентовані корисні моделі	188
	ДОДАТОК Л Довідки про впровадження результатів дослідження	194

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Ефективність використання енергії свідчить про рівень науково-технічного і економічного розвитку суспільства. Світові тенденції енергозбереження знаходять відображення в усіх сферах людської діяльності. Уряди розвинених країн активно впроваджують у будівельну галузь принципи сталого розвитку та раціонального використання ресурсів.

Сучасний економічний стан України формується під впливом вкрай несприятливих факторів. Наявна криза тісно пов'язана з відсутністю диверсифікованого постачання палива та фактичною неспроможністю самотійно задовольнити державні потреби в енергоносіях. Ситуація загострюється стрімким підвищенням тарифів на опалення, електроенергію та газопостачання для домогосподарств.

Сектор житлової нерухомості в Україні відповідає за споживання 30% первинної енергії. Так, на опалення житлового фонду щорічно витрачається понад 70 млн. т умовного палива, тобто на одного мешканця припадає 1,4 т умовного палива, що в 2 – 3 рази більше ніж у країнах Європейського Союзу.

Традиційно найбільш розповсюдженим вирішенням проблеми надмірного енергоспоживання вважають теплоізоляцію. Однак залишається недостатньо вивченим питання наявності теплопровідних включень в огорожувальних конструкціях об'єктів будівництва. Порушення рівномірності теплопередачі крізь огорожувальні конструкції в зонах теплопровідних включень викликає пониження температури на поверхні конструкцій, орієнтованих всередину приміщення, що призводить до накопичення конденсату, появи плісняви і створює загрозливий здоров'ю людей санітарно-гігієнічний режим. Теплопровідні включення негативно впливають на економічну складову експлуатації будівель, підвищуючи витрати на опалення. Відтак, завдання зменшення негативного впливу теплопровідних включень на всі аспекти функціонування об'єктів забудови

шляхом удосконалення технології влаштування додаткової теплоізоляції в найбільш уразливих зонах є досить актуальним і потребує подальшого дослідження.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконувалась відповідно до Закону України «Про енергозбереження» № 74/94-ВР від 01.07.1994 р. Наукові дослідження, викладені в дисертації, виконані згідно з напрямом наукової діяльності кафедри технології будівельного виробництва Державного вищого навчального закладу «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» (ДВНЗ «ПДАБА»), відповідно до програми науково-дослідної роботи «Удосконалення та розробка нових технологій виробництва будівельно-монтажних робіт із урахуванням умов реконструкції промислових та цивільних будівель і споруд» (державний реєстраційний № 0111U006477, рівень участі аспіранта – виконавець).

**Мета і задачі дослідження.** Метою дисертаційної роботи є наукове обґрунтування і розробка організаційно-технологічних рішень із улаштування додаткової теплоізоляції, оптимізованих за критеріями зниження трудовитрат та вартості, підвищення якості та експлуатаційної надійності при зведенні житлових будівель.

Поставлена мета визначила наступний перелік задач дослідження:

– класифікувати теплопровідні включення будівель та виявити ступінь їх впливу на тепловий баланс житлових будівель на основі аналізу вітчизняного та зарубіжного досвіду впровадження енергозберігаючих конструктивних рішень;

– розробити енергозберігаючі конструктивно-технологічні рішення з улаштування додаткової теплоізоляції теплопровідних включень житлових будівель;

– встановити показники, що впливають на експлуатаційну надійність конструкцій, шляхом експериментальних досліджень температурних

параметрів експлуатації зразків конструктивного вузла «балконна плита – плита перекриття – зовнішня стіна» з улаштуванням додаткової теплоізоляції;

– визначити питомі витрати часу за результатами натурних хронометражних досліджень із подальшим розрахунком техніко-економічних показників (ТЕП) влаштування додаткової теплоізоляції житлових будівель;

– розробити методичну схему вибору раціонального варіанту технології робіт із теплоізоляції балконів житлових будинків в залежності від характеристик огорожувальної конструкції та ТЕП робіт;

– запропонувати організаційно-технологічні рішення влаштування додаткової теплоізоляції балконів житлових будівель із розробкою технологічних карт та провести техніко-економічну оцінку ефективності впровадження цих рішень.

**Об'єкт дослідження** – технологія влаштування додаткової теплоізоляції конструктивного вузла «балконна плита – плита перекриття».

**Предмет дослідження** – технологічні, організаційні та економічні показники, що визначають раціоналізацію процесів виконання робіт із улаштування додаткової теплоізоляції.

**Методи дослідження:** експериментальні лабораторні дослідження ефективності розроблених конструктивно-технологічних рішень; натурні хронометражні дослідження – для виявлення показників тривалості робіт із улаштування додаткової теплоізоляції; імітаційне моделювання та обчислювальний експеримент – для дослідження трудомісткості та вартості робіт із улаштування додаткової теплоізоляції теплопровідних включень; дисперсійний аналіз – для статистичної обробки даних; математичне моделювання – для прогнозування ТЕП та вибору раціональної технології влаштування додаткової теплоізоляції; аналіз та синтез – для розробки пропозицій щодо вдосконалення технологій влаштування додаткової теплоізоляції теплопровідних включень.

**Наукова новизна одержаних результатів:**

– вперше визначено поняття «додаткова теплоізоляція» – технологія влаштування армованих теплоізоляційних елементів в зоні теплопровідних включень, яка, на відміну від відомої технології теплоізоляції основного поля огорожувальної конструкції, забезпечує скорочення тепловитрат через термічні неоднорідності;

– вперше одержано рівняння регресії для прогнозування вартості, трудомісткості та тривалості виконання робіт із додаткової теплоізоляції балконів, що дало змогу оцінити варіанти технологічних рішень і вибрати найбільш прийнятне за ТЕП (трудомісткість, вартість, тривалість);

– вдосконалено технологію влаштування теплоізоляції балконів, що призвело до поліпшення ТЕП виконання робіт за рахунок встановлення в зоні теплопровідних включень армованих теплоізоляційних елементів;

– вдосконалено класифікацію факторів і показників способів влаштування додаткової теплоізоляції, які у взаємозв'язку визначають заходи спрямовані на підвищення енергоефективності будівель, що дозволило обґрунтувати раціональну технологію виконання робіт із улаштування теплоізоляції теплопровідних включень (на прикладі балконів житлових будівель);

– дістали подальшого розвитку організаційно-технологічні рішення з улаштування додаткової теплоізоляції теплопровідних включень, що дозволили скоротити тепловитрати через термічно неоднорідні ділянки огорожувальних конструкцій з одночасним продовженням життєвого циклу будинків.

**Практичне значення одержаних результатів:**

– встановлено питомі витрати часу робітників та механізмів при влаштуванні додаткової теплоізоляції балконів житлових будівель, що можуть бути використані будівельними організаціями для розробки технологічних карт з улаштування перекриття з додатковою теплоізоляцією балконних плит з оцінкою ТЕП проекту;



– запропоновано методичну схему вибору раціонального варіанту технології робіт із теплоізоляції балконів житлових будівель для всіх учасників будівництва, яка враховує характеристики огорожувальної конструкції об'єкту та ТЕП виконання робіт із улаштування теплоізоляції балконів. Результати впроваджено в учбовий процес шляхом розробки методичних рекомендацій до проведення практичних занять із дисциплін «Технологія зведення будівель і споруд» та «Числове моделювання будівельних процесів» для студентів зі спеціальності 8.06010101 «Промислове і цивільне будівництво»;

– розроблено та запатентовано способи влаштування енергозберігаючих конструктивно-технологічних рішень для зменшення вартості, трудомісткості та тривалості виконання робіт з теплоізоляції балконів, а також спосіб виготовлення армованих теплоізоляційних елементів, які дозволяють скоротити тепловитрати в зоні теплопровідних включень і можуть бути використані при зведенні житлових будівель. Результати впроваджені в практику будівництва підприємствами ТОВ «ГК РВМ» та ТОВ «АУРУМ» із загальним економічним ефектом у 125 550 грн.;

– розроблено прикладний програмний продукт у середовищі електронних таблиць MS Excel для прогнозування вартості, трудомісткості та тривалості виконання робіт із улаштування теплоізоляції балконів, що можуть бути використані під час підготовки відповідних інвестиційних проектів усіма учасниками будівництва.

**Особистий внесок здобувача** в опублікованих у співавторстві працях: проаналізовано сучасний стан проблеми [57, 76, 123], встановлено відповідність удосконалених конструктивно-технологічних рішень нормативним вимогам України в галузі будівництва [78, 79, 81], висвітлено результати лабораторних випробувань фрагменту додаткової теплоізоляції [82] та результати натурних хронометражних досліджень параметрів тривалості влаштування додаткової теплоізоляції [95]; у запатентованих конструктивно-технологічних розробках за участю автора внесені пропозиції,

що стосуються влаштування енергозберігаючих конструктивних вузлів та вдосконалення технології виготовлення армованих теплоізоляційних елементів в умовах будівництва [124 – 139].

**Апробація результатів дисертації.** Результати досліджень доповідалися й одержали позитивні оцінки на засіданнях кафедри технології будівельного виробництва ДВНЗ «ПДАБА» (2013 – 2016 рр.), на науково-практичній конференції «Безпека життєдіяльності в ХХІ сторіччі. Якість житлового середовища – 2013» (м. Дніпропетровськ, 2013 р.), на міжвузівській науково-практичній конференції молодих вчених «Наука і техніка: перспективи ХХІ століття» (м. Дніпропетровськ, 2014 р.), на міжнародних науково-практичних конференціях «Стародубовські читання» (м. Дніпропетровськ, 2013 – 2015 рр.), на міжнародних науково-практичних конференціях «Innovative technologies for nZEBs 2015» та «Young researchers conference EENVIRO 2015» (м. Бухарест, Румунія, 2015 р.), на міжнародних конференціях «Теоретичні основи будівництва» (м. Варшава, 2014 р., м. Дніпропетровськ, 2015 р.), на науковому семінарі «Regional sustainable development on the basis of eco-human synergetic interaction» (м. Валенсія, Іспанія, 2014 р.), на науково-практичній конференції «Ефективне будівництво. Об'єкти, технології, конструкції та матеріали» (м. Одеса, 2016 р.), на міжнародній науково-практичній конференції «Енергоефективні технології в будівництві RSEPB 2016» (м. Бухарест, Румунія, 2016 р.), на конкурсі на кращу наукову розробку серед студентів, молодих спеціалістів та аспірантів вищих навчальних закладів м. Дніпропетровська «Інтелект – Творчість – Успіх» (м. Дніпропетровськ, 2016 р.).

**Публікації.** Результати досліджень висвітлені у 24 наукових працях, із них 6 статей у наукових фахових виданнях України, 1 стаття у зарубіжному виданні, включеному до міжнародної наукометричної бази Scopus, 1 тези доповіді, 14 патентів України на корисні моделі та 2 позитивних рішення щодо видачі патенту на корисну модель.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та 10 додатків. Загальний обсяг дисертації – 197 сторінок, основний текст викладений на 116 сторінках. Дисертація містить 23 таблиці і 35 рисунків, 10 додатків на 51 сторінці. Список використаних джерел складається зі 139 найменувань.

## РОЗДІЛ 1

### СТАН ПИТАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ В БУДІВЕЛЬНУ ГАЛУЗЬ. НАУКОВА ГІПОТЕЗА, МЕТА ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Актуальність розробки та застосування конструктивно-технологічних рішень, орієнтованих на підвищення енергоефективності об'єктів житлового будівництва

Інтенсифікація видобутку ресурсів, невпинний ріст населення, здорожчання ресурсів змушують людство рухатись у напрямку енергозаощадження. Дипломатична та економічна криза в нашій державі супроводжується підвищенням тарифів на газ (рис. 1.1) та електроенергію для населення.

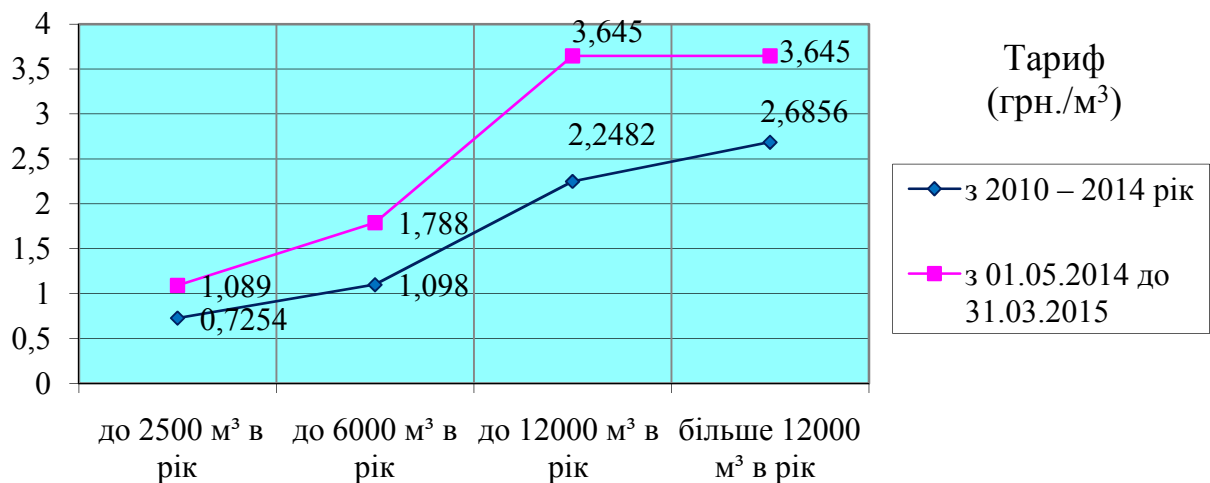


Рис. 1.1. Ріст тарифів на газ з 2010 до 2015 року

Графіки на рис. 1.2 ілюструють динаміку росту тарифів для населення, що запланована відповідно до кредитної програми МВФ (за даними Міністерства фінансів України).

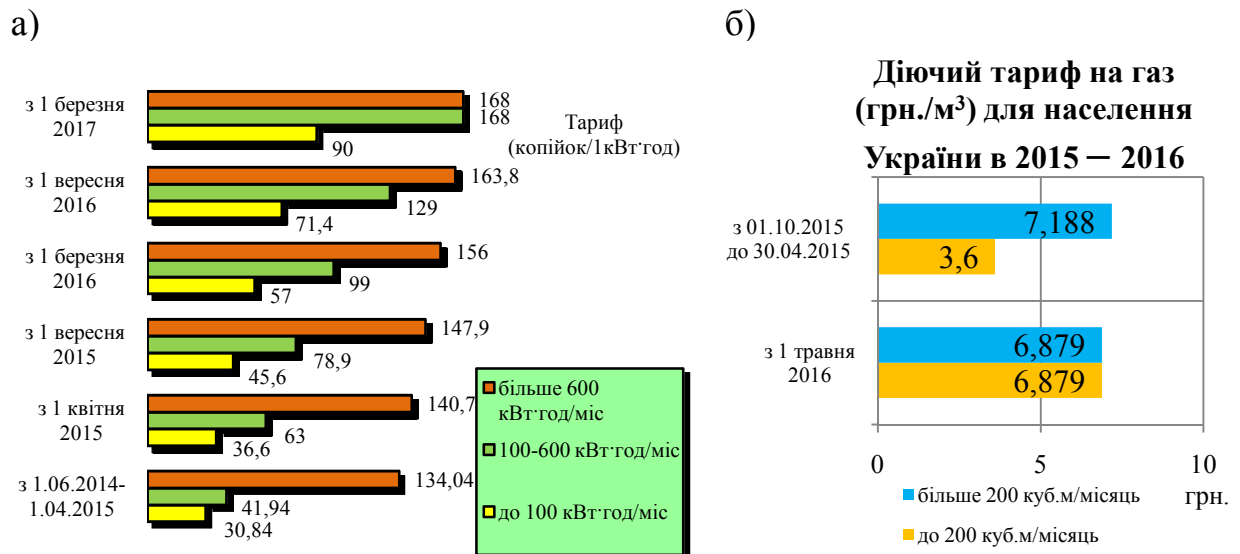


Рис. 1.2. Вартість електроенергії та газу для населення:

- а) діючі та перспективні тарифи на електроенергію для населення;  
 б) діючий тариф на газ для населення.

Ріст тарифів спонукає до підвищення ефективності використання енергії, яке в свою чергу неможливе без спеціальних заходів у будівельній галузі. У житловому секторі та сфері послуг, де основними об'єктами енергопостачання є будівлі, споживається до 40 відсотків енергоресурсів України [1]. Одночасно необхідно відзначити, що основним резервом енергозбереження є зниження споживання енергоресурсів об'єктами житлово-громадського призначення, доля яких у загальному споживанні будівельною галуззю складає понад 80 % [2, 3]. Така тенденція потребує державного керування, направленою на ефективне використання енергії будівлями.

Перший етап забезпечення енергоефективності об'єктів будівництва в Україні було здійснено в 1993 – 1995 роках, коли значно зросли нормативні вимоги до рівня опору теплопередачі огорожувальних конструкцій будівель і споруд різного призначення. Відтоді мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій житлових та громадських будинків  $R_{q \min}$  ( $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ ) постійно підвищувалось, аж до надання чинності від 1 липня 2013 року Зміні №1 до ДБН В.2.6 – 31:2006 «Теплова ізоляція

будівель» [4]. За цим документом було уніфіковано кліматичні зони України і підвищено нормативний термічний опір огорожувальних конструкцій. Відповідно до впроваджених змін було також зменшено нормативні максимальні теплові витрати житлових та громадських будинків  $E$  (кВт·год/м<sup>2</sup>). Однак, вітчизняні норми [5] в середньому не встигають за європейськими приблизно на 30 %. Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлових та громадських будинків в Україні становить  $R_{qmin} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ , в той час як цей же параметр, наприклад, для Франції має бути не нижчим  $R_{qmin} = 5 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ .

Протягом 2008 – 2014 р.р. були реалізовані заходи щодо гармонізації вітчизняних норм і стандартів з європейськими нормами [6 – 13]. Уряд України продовжує інтеграцію в міжнародний нормативно-правовий простір шляхом розробки нових стандартів енергоефективності в будівельній галузі, що повністю відповідають міжнародним аналогам [14 – 18]. Країни Європейського співтовариства досягли значних успіхів у сфері енергозбереження в будівництві. Основним документом, що окреслює межі енергоефективності будівель в Європі вважають RT 2012 [19]. Відповідно до європейських норм стандарт будинку з низьким енергоспоживанням планують замінити до 2020 року на стандарт «активний будинок» (будинок з позитивним енергобалансом). Слід зазначити, що в Україні вже побудовані та активно досліджуються експериментальні будинки пасивного типу [20].

Останнім часом увага європейських науковців прикута до проблеми наявності теплопровідних включень у житловому будівництві. Відповідно до результатів дослідження Міжнародного будівельного науково-технічного центра (Centre Scientifique et Technique du bâtiment) порушення герметичності теплоізоляційної оболонки наскрізними теплопровідними включеннями призводить до підвищення тепловитрат на 10 – 40% [21]. Приміром у Франції прийняті технічні документи, що рекомендують виконавцям робіт і проектувальникам застосовувати додаткову теплоізоляцію в зонах теплопровідних включень [22].

## 1.2 Класифікація теплопровідних включень

Згідно [5] теплопровідне включення – елемент огорожувальної конструкції, що розташований в її об'ємі паралельно напрямку теплового потоку, який має термічний опір менший від термічного опору основного поля більш ніж на 20 %.

Розрізняють теплопровідні включення матеріальні та геометричні або конструктивні. Матеріальні – обумовлені різною теплопровідністю будівельних елементів. Відносяться до відповідного типу непрозорі огорожувальної конструкції: з'єднувальні елементи, дюбелі, кронштейни, закладні деталі, арматурні сітки, віконні відкоси, стики між елементами непрозорі огорожувальної конструкції, елементи жорсткості тощо. Геометричні – визначаються архітектурно-конструктивними особливостями будівлі. До них відносяться міжповерхові та балконні перекриття, колони, пілони, кутові примикання, конструктивне поєднання парапету та покриття, перекриття над неопалюваними підвалами в цокольній частині (рис. 1.3).

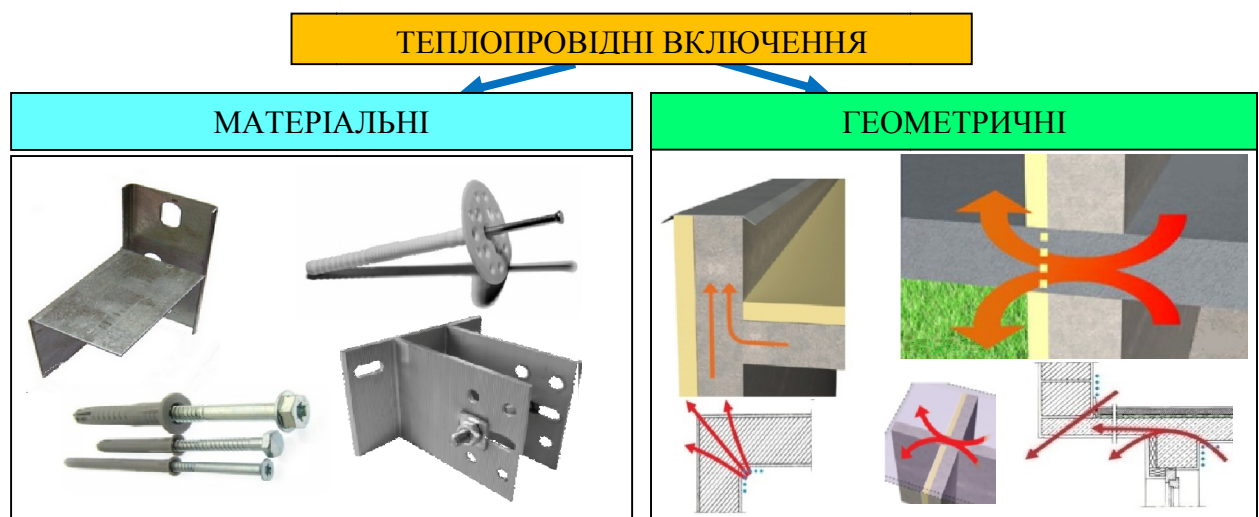


Рис. 1.3. Класифікація теплопровідних включень

Термічний вплив теплопровідних включень, що визначаються конструктивними особливостями всієї будівлі, при визначенні необхідної товщини теплоізоляційного шару не враховують. Даний термічний вплив враховують при визначенні енергопотреб для опалення та охолодження згідно з [7] та загальних тепловитрат будинку через огорожувальну конструкцію згідно з [9]. Надалі у роботі розглянуті теплопровідні включення, що визначаються конструктивними особливостями будівлі.

На початковому етапі досліджень ми припустили, що теплопровідне включення в зоні конструктивного поєднання балкону та плити перекриття спричинює інтенсивні тепловитрати.

Балкон – архітектурно-конструктивний елемент у вигляді виступаючого за площину фасаду огороженого майданчику [23]. Сьогодні це інженерне рішення виконує різноманітні функції серед яких: декоративно-естетична, наглядова, розширення експлуатованої площі, рекламний об'єкт, балкон-басейн, балкон-трансформер.

Проте існує значний недолік балконів, а саме це – уразлива зона з теплотехнічної точки зору, джерело підвищених тепловитрат та причина появи конденсату на внутрішній поверхні стіни. Наявність цієї термічної неоднорідності може призвести до погіршення санітарно-гігієнічного стану житла (появи плісняви, грибка) та передчасного руйнування конструкцій внаслідок незадовільних умов їх експлуатації.

### 1.3 Науково-технічні досягнення вітчизняних та зарубіжних вчених та промислових виробників в галузі утеплення будівель

Проблемі забезпечення енергоефективності та експлуатаційної надійності будівельних конструкцій присвячені роботи багатьох учених України, а саме: Г. Г. Фаренюка [24 – 26], М. В. Савицького [27, 28], В. Т. Шаленного [29, 30], Т. С. Кравчуновської [31], В. В. Савйовського [32],



О. Ф. Осипова [33], А. М. Березюка [80], А. О. Скокової [34], О. І. Менейлюка [35], В. Г. Сохи [37, 38], К. Б. Дікарева [36, 58]. Зокрема, багато робіт доктора технічних наук Г. Г. Фаренюка присвячено дослідженню будівельних конструкцій і матеріалів за теплотехнічними та теплофізичними показниками.

Французький науковець Thi Thanh Huynh Nguyen у своїй роботі на здобуття ступеню доктора технічних наук [39], відзначає, що теплопровідні включення суттєво впливають на температурний режим будівлі і відповідають приблизно за 10 % тепловитрат крізь огорожуючі конструкції. Варто відзначити досягнення іншого французького науковця Aurélie Kaemmerlen в сфері вивчення режимів теплообміну в огорожуючих конструкціях. Таким чином, у своїй роботі на здобуття ступеня доктора технічних наук [40], автор стверджує, що у випадку, якщо температура поверхні стіни в зоні формування теплопровідного включення стане нижчою за температуру точки роси рівної в середньому  $9^{\circ}\text{C}$  (при температурі внутрішнього середовища  $20^{\circ}\text{C}$  і вологості повітря близької до 50%) волога, що міститься в повітрі приміщення, формує конденсат і призводить до появи вологості – ідеального середовища для розвитку плісняви. Дослідження механічних характеристик вузла із застосуванням армованих теплоізоляційних блоків для усунення теплопровідних включень висвітлюється у науковому проекті автора Alrick Amann [41].

Роботи вітчизняних вчених Колесника Є.С. та Білоуса О.М присвячені визначенню лінійних коефіцієнтів теплопередачі вузлів примикань огорожень, що контактують з ґрунтом [42, 43]. О.О. Кузнєцова у своїй публікації [44] вказує на доцільність урахування впливу термічних неоднорідностей при визначенні необхідної товщини теплоізоляційного матеріалу огорожувальних конструкцій. Колесник Є.С. у своїй роботі приводить удосконалену методику розрахунку приведеного опору теплопередачі, що враховує тепловий вплив усіх наявних в огорожувальній конструкції елементів: плоских (однорідних), лінійних та точкових

(теплопровідних включень) [45]. Колектив науковців у складі к.т.н. Симонової І.Н., к.т.н. Долголаптева В.М. та к.т.н. Симонова С.І. у своїй публікації [46] стверджують, що в загальній структурі тепловитрат балконні блоки займають в середньому 17 % . Експериментальні дослідження, виконані колективом вчених Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка (Семко В.О., Лещенко М.В. та ін.) у кліматичній камері вказують на те, що наявність теплопровідного включення в огорожувальній конструкції значно зменшує величину приведенного опору теплопередачі (до 20 %) [47].

Теплопровідні включення вкрай негативно відображаються на економічній складовій експлуатації будівель. Відповідно до результатів дослідження Міжнародного об'єднання підприємств, які досліджують якість будівельної продукції (QUALIBAT) [48] порушення герметичності теплоізоляційної оболонки наскрізними теплопровідними включеннями призводить до підвищення тепловитрат на 15 – 35%. Відомо також, що один метр теплопровідних включень відповідає за приблизно 60 – 70 кВт·год додаткового енергоспоживання у рік або 10 літрів рідкого палива, еквівалентного п'яти кілограмам вуглекислого газу, викинутого в атмосферу. Відтак, типовий житловий багатопверховий будинок, що містить близько 700 м теплопровідних включень потребує на 42 000 кВт·год/рік більше для опалення. Ця цифра дорівнює 6 000 літрам рідкого палива або 6 000 м<sup>3</sup> газу, чи 3,4 т CO<sub>2</sub>. Таку кількість вуглекислого газу виробляє автомобіль, долаючи шлях у 27 000 км.

Причини осідання мінеральної вати та відлущення штукатурного шару від поверхні стіни детально досліджуються у роботі науковця Manuel Falempin [49]. Автор дійшов висновку, що саме наявність точки роси (місце локалізації конденсату) у внутрішніх шарах огорожувальних конструкцій, внаслідок відсутності або нестачі теплоізоляції місцево (теплопровідні включення), або загалом у будівлі, спричинює передчасне руйнування як самих несучих конструкцій так і теплоізолюючого та оздоблювального шару.

Вчений Theodosiou разом з колегами в роботі [50] представляє результати 3D-моделювання теплового потоку для систем огорожувальних конструкцій типу «колодязна кладка». Науковці дійшли висновку, що нехтуючи фактом наявності теплопровідних включень в зоні балкону можна недооцінити інтенсивність теплового потоку на 5...20%.

Zalewski та група науковців у роботі [51] здійснили 3D-моделювання теплових потоків крізь багат шарові огорожувальні конструкції при стаціонарному режимі теплообміну. Основну увагу приділено оцінці тепловитрат крізь теплопровідні включення. Також авторами реалізовано експериментальне дослідження тепловитрат за допомогою вимірювача густини теплового потоку та інфрачервоної камери.

Lorenzati з колегами в публікації [52] наводить результати дослідження впливу теплопровідних включень на ефективність використання вакуумованих ізолюючих панелей (Vacuum Insulation Panels). Неврахування теплопровідних включень може призвести до суттєвих помилок при оцінці параметрів теплового режиму будівель.

Вікторія Рут МакКлунг та Хуа Ге – експерти технічного університету Конкордія м. Монреаль, Канада, виявили суттєве підвищення енергоефективності житлового будинку у випадку використання теплоізоляційних блоків промислового зразка. За відомостями авторів шляхом моделювання у програмних комплексах THERM та eQuest було підвищено температуру підлоги в зоні балкону з 6,1 до 12,5°C у випадку використання додаткової теплоізоляції. Крім того пікове навантаження на систему опалення було знижено на 6 – 16%, а пікове навантаження на систему кондиціонування було зменшено на 1 – 3% в залежності від вихідних даних моделі. У своїй публікації автори доводять, що завдяки використанню додаткової теплоізоляції можна скоротити витрати енергоресурсів на опалення за рік на 5 – 11% і зменшити на 1 % витрати енергії на кондиціонування [53].

#### 1.4 Огляд нормативної документації, що стосується теплопровідних включень будівельних конструкцій

Опір теплопередачі термічно однорідної непрозорої огорожувальної конструкції розраховують за формулою:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_b} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_b} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (1.1)$$

де  $\alpha_b, \alpha_3$  – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м<sup>2</sup>·К), які приймають згідно з Додатком Б [5];

$R_i$  – тепловий опір  $i$ -го шару конструкції, (м<sup>2</sup>·К)/Вт;

$\delta_i$  – товщина  $i$ -го шару конструкції, м;

$\lambda_{ip}$  – теплопровідність матеріалу  $i$ -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації (розрахункова теплопровідність), Вт/(м·К);

$n$  – кількість шарів огорожувальної конструкції.

Згідно з [10] приведенний опір теплопередачі термічно неоднорідної непрозорої огорожувальної конструкції розраховують за формулою:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^I \frac{F_i}{R_{\Sigma i}} + \sum_{j=1}^J k_j L_j + \sum_{k=1}^K \psi_k N_k}, \quad (1.2)$$

де  $F_{\Sigma}$  – загальна площа конструкції, м<sup>2</sup>;

$R_{\Sigma i}$  – опір теплопередачі  $i$ -ої термічно однорідної частини конструкції, (м<sup>2</sup>·К)/Вт, визначають згідно з формулою (1.1);

$F_i$  – площа  $i$ -ої термічно однорідної частини конструкції, м<sup>2</sup>;

$k_j$  – лінійний коефіцієнт теплопередачі,  $j$ -го лінійного теплопровідного включення, Вт/(м·К);

$L_j$  – лінійний розмір (проекція),  $j$ -го лінійного теплопровідного включення, м;

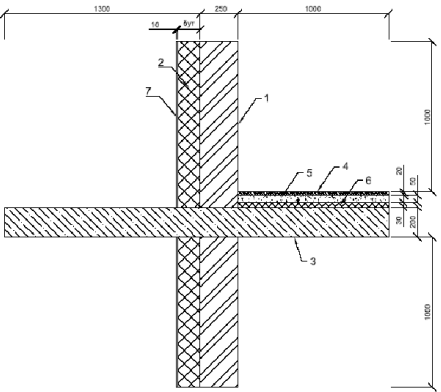
$\psi_k$  – точковий коефіцієнт теплопередачі,  $k$ -го точкового теплопровідного включення, Вт/К;

$N_k$  – загальна кількість  $k$ -их точкових теплопровідних включень, шт.

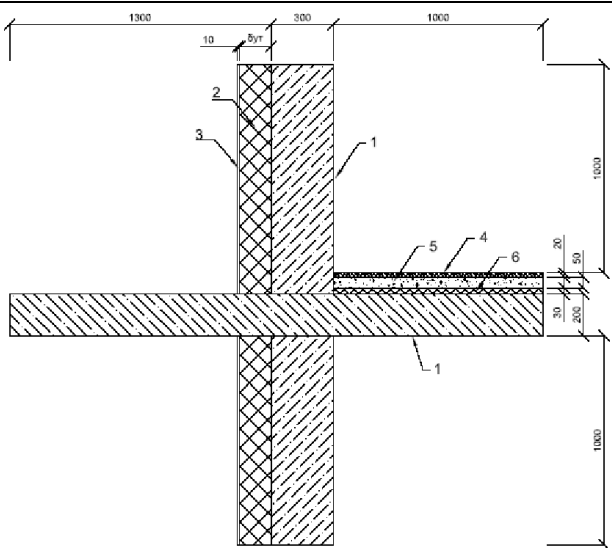
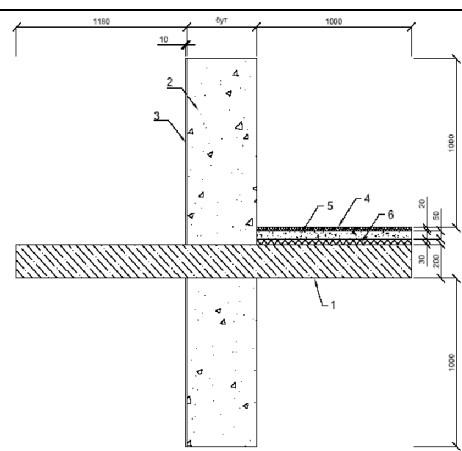
Лінійні та точкові коефіцієнти теплопередачі для типових конструктивних вузлів з теплопровідними включеннями представлені в [10]. Таблиця 1.1 ілюструє зазначені параметри для типових вузлів примикання зовнішніх стін з до балконного перекриття.

Таблиця 1.1

**Коефіцієнти теплопередачі лінійних теплопровідних включень для типових вузлів поєднання плити перекриття та балкону**

Ч. ч.	Тип теплопровідного включення, його характеристики	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, $k$ , Вт/(м·К),			
		розрах. теплопровідність, $\lambda$ , Вт/(м·К)	товщина теплоізоляції, $\delta_{ут}$		
1	2	3	4	5	6
	<b>Вузол примикання зовнішніх стін з цегли з опорядженням штукатуркою до балконного перекриття</b>				
1	 <p>1 – цегляна кладка, <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;  2 – шар теплоізоляції;  3 – залізобетон, <math>\rho = 2500 \text{ кг/м}^3</math>;  4 – дерев'яне покриття підлоги, <math>\rho = 700 \text{ кг/м}^3</math>;  5 – розчин цементно-піщаний, <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;  6 – звукоізоляційний шар – мінераловатна плита, <math>\rho = 100 \text{ кг/м}^3</math>;  7 – опоряджувальна штукатурка, <math>\rho = 1300 \text{ кг/м}^3</math>.</p>	-	120 мм	150 мм	180 мм
		0,040	0,839	0,797	0,758
		0,045	0,833	0,793	0,754
		0,050	0,827	0,789	0,751

## Закінчення табл. 1.1

1	2	3	4	5	6
2	<p><b>Вузол примикання зовнішніх стін з залізобетону з опорядженням штукатуркою до балконного перекриття</b></p>  <p>1 – залізобетон, <math>\rho = 2500 \text{ кг/м}^3</math>;  2 – шар теплоізоляції;  3 – опоряджувальна штукатурка, <math>\rho = 1300 \text{ кг/м}^3</math>;  4 – дерев'яне покриття підлоги, <math>\rho = 700 \text{ кг/м}^3</math>;  5 – розчин цементно-піщаний, <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;  6 – звукоізоляційний шар – мінераловатна плита, <math>\rho = 100 \text{ кг/м}^3</math></p>	-	120 мм	150 мм	180 мм
		0,040 0,045 0,050	0,977 0,970 0,963	0,922 0,916 0,911	0,869 0,865 0,860
	<p><b>Вузол примикання зовнішніх стін з ніздрюватого бетону до балконного перекриття</b></p>  <p>1 – залізобетон, <math>\rho = 2500 \text{ кг/м}^3</math>;  2 – кладка з ніздрюватого бетону;  3 – опоряджувальна штукатурка, <math>\rho = 1300 \text{ кг/м}^3</math>;  4 – дерев'яне покриття підлоги, <math>\rho = 700 \text{ кг/м}^3</math>;  5 – розчин цементно-піщаний, <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;  6 – звукоізоляційний шар – мінераловатна плита, <math>\rho = 100 \text{ кг/м}^3</math></p>	марка бетону	300 мм	400 мм	500 мм
		D300 D400 D500	0,710 0,718 0,726	0,609 0,616 0,623	0,537 0,543 0,548

В інших випадках пропонується визначати ці характеристики на підставі розрахунків двомірних та тримірних температурних полів відповідно. Методика розрахунків встановлена згідно з [54, 55].

Конкретних конструктивно-технологічних рішень направлених на усунення теплопровідних включень не представлено в сучасних державних документах в галузі будівництва.

### 1.5 Використання тепловізійного методу виявлення дефектів теплозахисних властивостей в зонах теплопровідних включень житлових будівель

Неоднаковість теплових властивостей елементів зовнішніх огорожувальних конструкцій будівлі призводить до зміни температури на поверхні конструкції. На температуру поверхні також впливає потік повітря в будівлі та крізь огорожувальні конструкції будівлі. За характером розподілу температури поверхні можна виявляти теплові відмови внаслідок, наприклад, дефектів ізоляції, вмісту вологи та фільтрації повітря в елементах зовнішніх огорожувальних конструкцій будинку. Термографія будівлі – метод, що відображає температурний розподіл на ділянці поверхні зовнішньої огорожувальної конструкції будинку. Термографія здійснюється за допомогою системи для сприйняття інфрачервоного випромінення, яка створює зображення на основі радіаційної температури випромінення поверхні, що є метою вимірювань. Теплове випромінення (густина потоку інфрачервоного випромінення) з поверхні, що розглядається, перетворюється системою для сприйняття інфрачервоного випромінення для створення теплового зображення, яке представляє відносну інтенсивність теплового випромінення з різних ділянок поверхні. Кольоровий супровід термограми відповідає шкалі температур, що автоматично створюється прибором в момент тепловізійної зйомки у відповідності з градуовальною

характеристикою тепловізора, параметрами об'єкта дослідження та умовами зйомки. Процедура вимірювань також включає пояснення теплових зображень (термограм), які після запису аналізують за допомогою спеціального програмного забезпечення.

Інфрачервоний метод обстеження конструкцій дозволяє діагностувати наявність теплопровідних включень в масиві огорожувальних конструкцій безпосередньо в експлуатаційному режимі. Тепловізійне обстеження здійснено згідно діючих нормативних вимог України [56]. Інструментарій, що використовувався під час обстеження наведено у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

**Перелік приладів і пристроїв, що були застосовані під час дослідження**

№	Найменування, марка	Призначення
1	Тепловізори Testo 870-2 і Testo 875-2	Візуалізація температурного поля
2	Термометр ТМ8	Вимірювання температури повітря
3	Лазерний далекомір	Вимірювання лінійних розмірів конструкцій
4	Вологомір Testo 645	Вимірювання вологості повітря






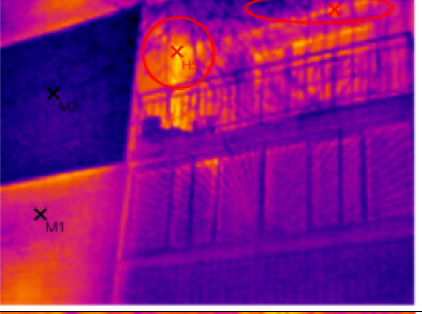
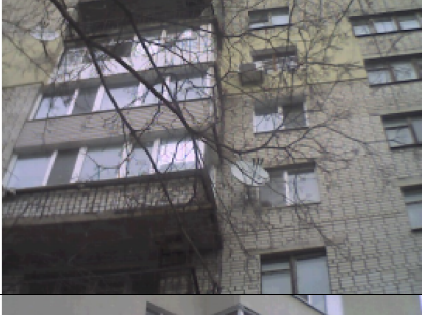


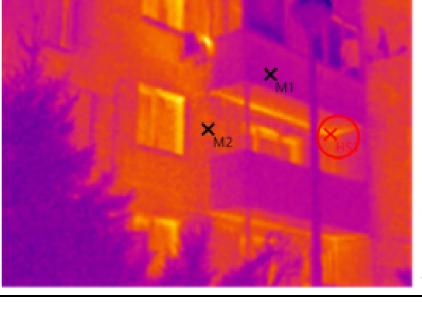
Умови обстеження:

1. Відстань 1,5 – 15 м;
2. Температура зовнішнього повітря  $t_{з.п.} = -15 \dots +6^{\circ}\text{C}$ ;
3. Коефіцієнт випромінювання зони обстеження  $\varepsilon = 0,9$ ;
4. Вологість повітря  $\varphi = 75 - 85 \%$ ;
5. Кут вимірювання  $\alpha = 60 - 90^{\circ}$ ;
6. Різниця температур  $\Delta t = t_{вн} - t_{зн} = 14 \dots 35^{\circ}\text{C}$ .


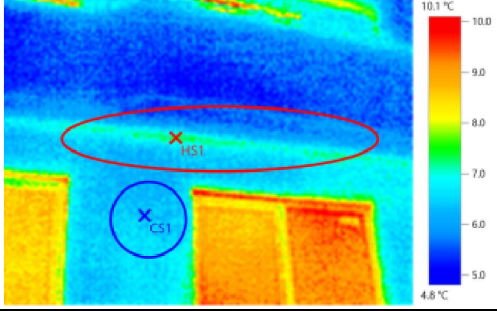

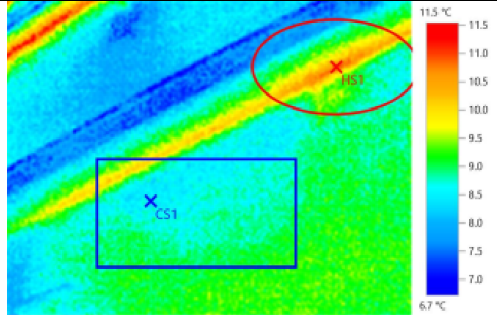

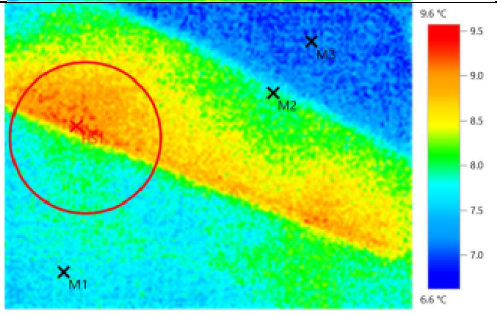

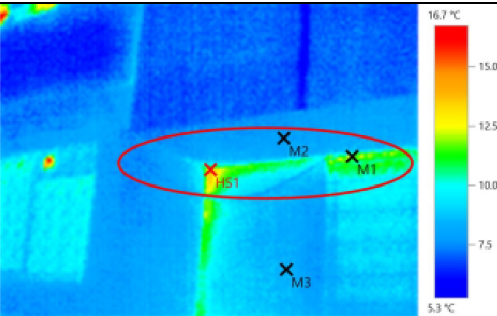

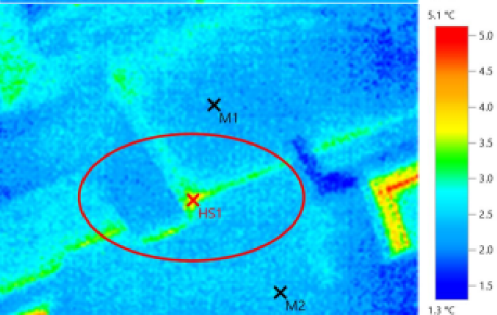
Тепловізійне обстеження виконано з метою виявлення теплопровідних включень зумовлених конструктивними особливостями будівель, а саме зон сполучення міжповерхових та балконних плит перекриття. Результати представлені у табл. 1.3 і табл. 1.4.



## Результати тепловізійного обстеження будівель м. Дніпропетровськ

№ з/п	Реальне зображення	Термограма	Значення температур, °C
1	2	3	4
1			M1= -13,5 HS1= -0,1 HS2= -5,6
2			M1= -8,9 M2= -10,2 HS1= -5
3			M1= -7,4 M2= -10,8 HS1= -0,5 HS2= -4,3
4			M1= -7,8 M2= -11,6 HS1= -5,2
5			M1= -11,4 M2= -9,1 HS1= -5,8

Результати тепловізійного обстеження будівель м. Бухарест

№ з/п	Реальне зображення	Термограма	Значення температур, °C
1	2	3	4
6			<p>HS1=7,4 CS1=5,9</p>
7			<p>HS1=10,9 CS1=8,1</p>
8			<p>M1=7,9 M2=7,9 M3=7,2 HS1=9,4</p>
9			<p>M1=12,3 M2=7,8 M3=8,1 HS1=14</p>
10			<p>M1=2,5 M2=2,4 HS1=4,8</p>

Точки «M1» і «M2» показують температуру огорожувальної конструкції в зоні основного поля. Точки «HS» – «гаряча точка» та «CS» – «холодна точка» визначають температурний максимум та температурний мінімум на окреслених ділянках. Різниця між показниками температур на зовнішній поверхні огорожувальної конструкції в зоні основного поля та в зоні теплопровідного включення знаходиться в діапазоні від 1,5 до 13,4 °C залежно від характеристик об'єкту дослідження та умов обстеження. Вищенаведені результати свідчать про вразливість у теплотехнічному аспекті конструктивного вузла «балконна плита – зовнішня стіна – плита перекриття», а виявлені теплопровідні включення суттєво впливають на температурний режим будівлі та спричиняють додаткові витрати на опалення.

#### 1.6 Наукова гіпотеза, мета, задачі та шляхи їх вирішення

**Наукова гіпотеза.** Наукова гіпотеза полягає в припущенні, що влаштування додаткової теплоізоляції теплопровідних включень об'єктів житлового фонду дозволяє досягти енергозберігаючого ефекту під час їх експлуатації в залежності від обраних технологічних рішень.

**Мета і задачі дослідження.** Метою дисертаційної роботи є наукове обґрунтування і розробка організаційно-технологічних рішень із улаштування додаткової теплоізоляції, оптимізованих за критеріями зниження трудовитрат та вартості, підвищення якості та експлуатаційної надійності при зведенні житлових будівель. Поставлена мета визначила наступний перелік задач дослідження:

– класифікувати теплопровідні включення будівель та виявити ступінь їх впливу на тепловий баланс житлових будівель на основі аналізу вітчизняного та зарубіжного досвіду впровадження енергозберігаючих конструктивних рішень;

- розробити енергозберігаючі конструктивно-технологічні рішення з улаштування додаткової теплоізоляції теплопровідних включень житлових будівель;

- встановити показники, що впливають на експлуатаційну надійність конструкцій шляхом експериментальних досліджень температурних параметрів експлуатації зразків конструктивного вузла «балконна плита – плита перекриття – зовнішня стіна» з улаштуванням додаткової теплоізоляції;

- визначити питомі витрати часу за результатами натурних хронометражних досліджень з подальшим розрахунком техніко-економічних показників (ТЕП) влаштування додаткової теплоізоляції житлових будівель;

- розробити методичну схему вибору раціонального варіанту технології робіт із теплоізоляції балконів житлових будинків в залежності від характеристик огорожувальної конструкції та ТЕП робіт;

- запропонувати організаційно-технологічні рішення влаштування додаткової теплоізоляції балконів житлових будівель з розробкою технологічних карт та провести техніко-економічну оцінку ефективності впровадження цих рішень.

**Методи дослідження :** експериментальні лабораторні дослідження ефективності розроблених конструктивно-технологічних рішень, натурні хронометражні дослідження - для виявлення показників тривалості робіт з улаштування додаткової теплоізоляції, загальна теорія систем, імітаційне моделювання та обчислювальний експеримент – для дослідження трудомісткості та вартості робіт з улаштування додаткової теплоізоляції теплопровідних включень; дисперсійний аналіз – для статистичної обробки даних; математичне моделювання – для прогнозування ТЕП та вибору раціональної технології влаштування додаткової теплоізоляції; аналіз та синтез – для розробки пропозицій щодо вдосконалення технологій влаштування додаткової теплоізоляції теплопровідних включень.

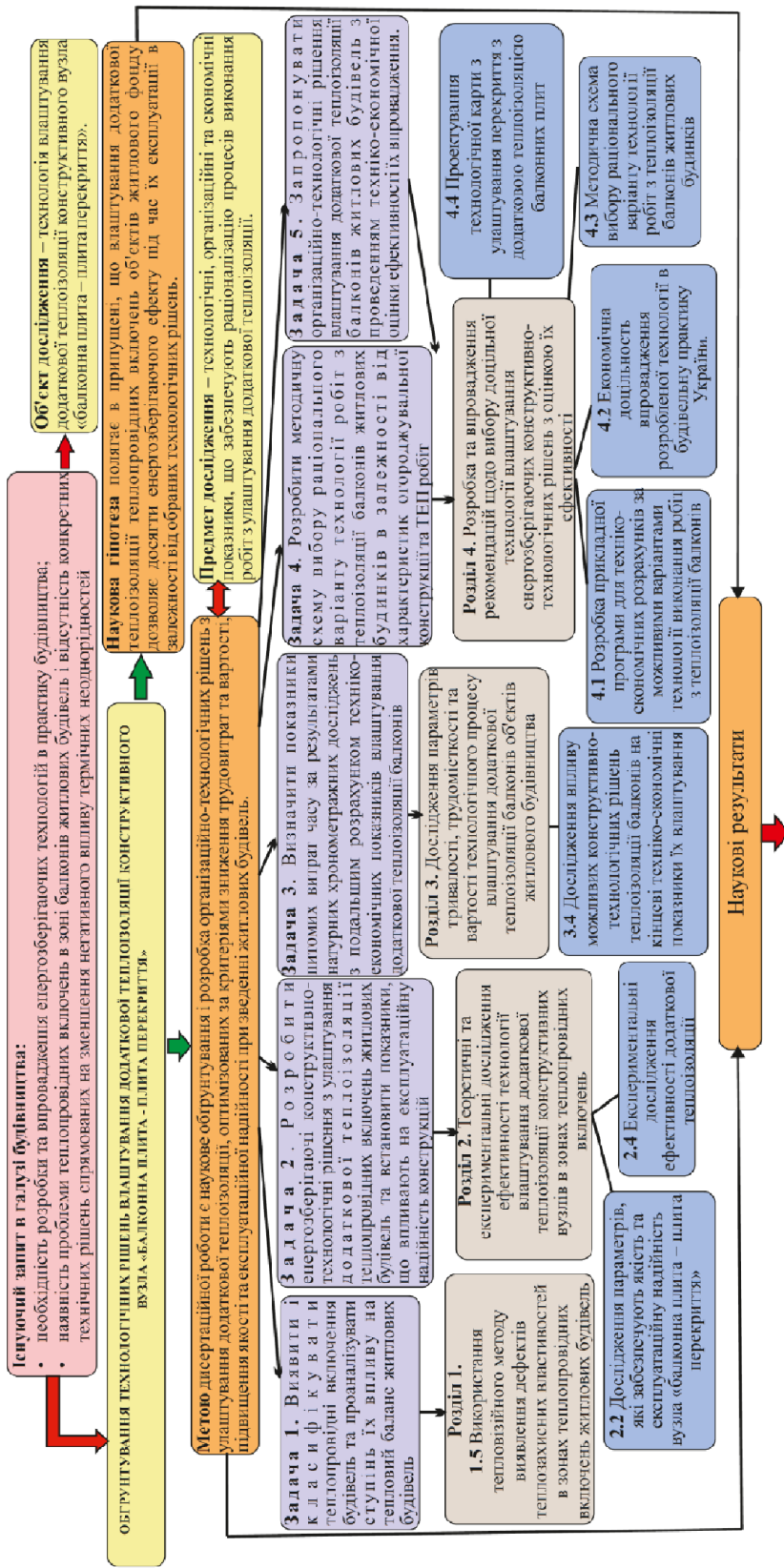
Перше завдання вирішено у цьому розділі дисертації. Результати опубліковані у роботах [57, 123].

Втілення другого та третього завдання представлено у другому розділі дисертаційної роботи. Насамперед було проаналізовано передумови вдосконалення технології влаштування додаткової теплоізоляції балконних плит. Далі здійснено дослідження температурних та вологісних параметрів експлуатації розроблюваного конструктивного рішення з утеплення балконів. Виявлено відповідність розробки нормативним вимогам України в галузі будівництва. Наступним кроком стало проведення експериментальних досліджень фрагменту додаткової теплоізоляції балконної плити з метою виявлення енергозберігаючого ефекту у порівнянні з монолітним залізобетонним поєднанням плити перекриття та балкону. Результати опубліковані у роботах [76, 78, 79, 81, 82].

Реалізація четвертого та п'ятого завдання наведена в третьому розділі. Були проведені натурні хронометражні дослідження виробничих процесів влаштування додаткової теплоізоляції промислового зразка для балконів на існуючому об'єкті забудови, що дало змогу розрахувати норми часу на згаданий процес та дослідити вплив можливих конструктивно-технологічних рішень теплоізоляції балконів на кінцеві техніко-економічні показники їх влаштування. Результати опубліковані в роботі [95].

Шосте завдання вирішене у четвертому розділі. Представлена методична схема вибору раціонального варіанту технології робіт з теплоізоляції балконів житлових будинків. Внесені пропозиції щодо вдосконалення технології влаштування енергозберігаючих конструктивних рішень з використанням додаткової теплоізоляції. Вищезгадані технічні рішення запатентовані та опубліковані [124 – 139]. Розроблена технологічна карта з улаштування перекриття з додатковою теплоізоляцією балконних плит. Актами впровадження документально засвідчено прогнозований економічний ефект від практичного використання результатів дисертаційної роботи.

Послідовність вирішення основних завдань зображена на рис. 1.4.



1. Розроблено та запатентовано варіанти технологічних рішень способів влаштування додаткової теплоізоляції, що дозволяють мінімізувати негативний вплив теплопровідних включень житлових будівель. Застосування додаткової теплоізоляції призводить до скорочення тепловитрат спричинених теплопровідними включеннями приблизно на 89%.
2. Досліджено структуру виробничих процесів влаштування промислових зразків додаткової теплоізоляції за критеріями зниження трудовитрат, тривалості та вартості у порівнянні з використанням задіяної технології теплоізоляції. Розроблено технологічну карту на влаштування перекриття з додатковою теплоізоляцією балконних плит типового поверху житлової будівлі. Побудовано графік та проведено експериментальні дослідження додаткової теплоізоляції балконної плити в умовах кліматичної камери з метою виявлення енергозберігаючого ефекту у порівнянні з монолітним заповненням останнім.
3. Підбрано будівельні матеріали, конструктивні елементи, комплектуючі та робочі інструменти для влаштування додаткової теплоізоляції. Розроблено технологічну карту на влаштування перекриття з додатковою теплоізоляцією балконних плит типового поверху житлової будівлі. Побудовано графік та проведено експериментальні дослідження додаткової теплоізоляції балконної плити в умовах кліматичної камери з метою виявлення енергозберігаючого ефекту у порівнянні з монолітним заповненням останнім.
4. На основі отриманих залежностей між ТЕП влаштування теплоізоляції балконів та експлуатаційним економічним ефектом розроблено прикладний програмний продукт в середовищі електронних таблиць Excel для розрахунку прогнозованих показників з влаштування теплоізоляції балконів в залежності від обраного варіанту технології виконання робіт.
5. Представлено автоматизований алгоритм розрахунку параметрів економічної ефективності розглянутих рішень (дисконтований термін окупності, дисконтований індекс прибутку та ін.)
6. Описані програмні продукти були застосовані для розробки методичної схеми вибору раціонального варіанту технології робіт з теплоізоляції балконів житлових будівель, яка дозволяє проректувальною або замовнику вибрати оптимальне енергозберігаюче рішення на основі аналізу результатуючих техніко-економічних показників кожного варіанту утеплення.

Рис. 1.4. Деталізована схема досліджень

## РОЗДІЛ 2

### ТЕОРЕТИЧНІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ВЛАШТУВАННЯ ДОДАТКОВОЇ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ КОНСТРУКТИВНИХ ВУЗЛІВ В ЗОНАХ ТЕПЛОПРОВІДНИХ ВКЛЮЧЕНЬ

2.1 Передумови вдосконалення технології влаштування додаткової теплоізоляції балконних плит

Російські науковці (Н. П. Умнякова, Т. С. Єгорова та ін.) [59 – 62] пропонують встановлювати в зоні конструктивного сполучення «балконна плита – зовнішня стіна – плита перекриття» теплоізоляційні елементи зарубіжного виробництва (рис. 2.1), маючи на меті підвищити теплотехнічну однорідність зовнішньої стіни в зоні виступаючої за площину фасаду балконної плити. Дисертаційна робота к.т.н. Єгорової Т. С. [63] присвячена деталізації закономірностей теплопередачі через конструктивний вузол з інтегрованим несучим теплоізоляційним елементом фірми Schoeck Isocorb [64].

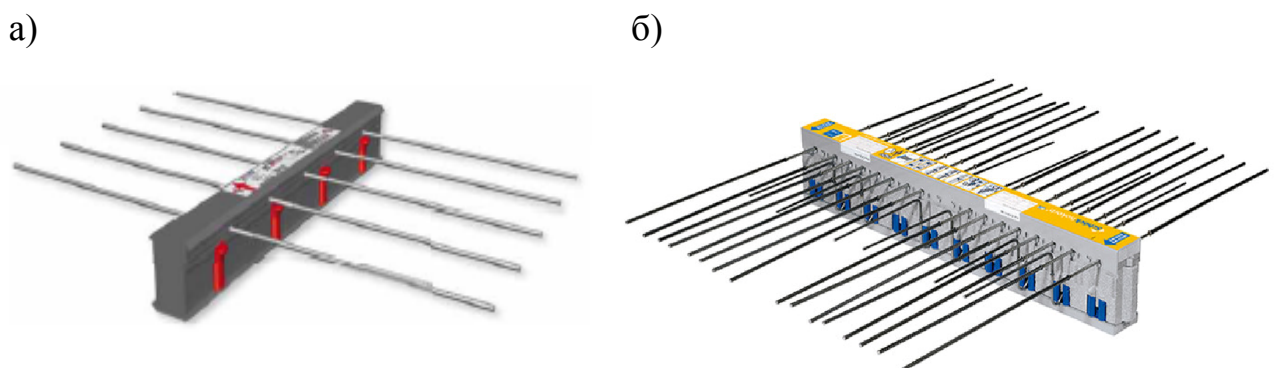


Рис. 2.1. Армовані теплоізоляційні елементи фабричного виготовлення:  
а) німецького виробника Halfen;  
б) німецького виробника Schoeck Isocorb.

Дослідження ефективності використання теплоізоляційних елементів фабричного виготовлення під час будівництва типового житлового будинку було здійснено Томасом Келлером та Джулією де Гастро – вченими Політехнічної школи м. Лозанна, Швейцарія [65, 66]. В результаті розрахунків було доведено, що наявність додаткової теплоізоляції в зоні конструктивного вузла «балконна плита – зовнішня стіна – плита перекриття» скорочує загальні тепловитрати на 3 – 5% шляхом зниження лінійного коефіцієнту теплопередачі  $k$  ( $\psi$ ) з 0,3 до 0,1 Вт/(м·К). Якщо ж розглядати тепловитрати через балконні плити з додатковою теплоізоляцією у співвідношенні з тепловитратами через непрозорі огорожувальні конструкції, то економія досягає 12 – 18%.

Спільними зусиллями французьких та італійських науковців [67] було проаналізовано економічну доцільність влаштування додаткової теплоізоляції балконів виробника Shoeck Isocorb. За даними авторів використання розглянутого конструктивного рішення дозволить знизити витрати на опалення від 17,5 до 25 %, а витрати на охолодження приміщень можна скоротити на 3,5 %. Зазначене технічне рішення впроваджене в будівельну практику розвинених держав. Зокрема у Франції ще в 2013 році набули чинності технічні умови для виробників робіт, що рекомендують встановлювати армовані теплоізоляційні елементи в зонах теплопровідних включень [22].

Однак, вартість заздалегідь виготовлених теплоізоляційних елементів європейського зразка досить висока і починається зі 100 у.о. за 1 м.п. виробу, що заважає подібним конструктивним рішенням розповсюджуватись на будівельному ринку України.

Найбільш розповсюджене інженерне рішення, спрямоване на скорочення тепловитрат крізь теплопровідні включення в зоні балконів – зовнішня теплоізоляція з опорядженням тонкошаровими штукатурками або дрібнорозмірними елементами (рис. 2.2). В цьому разі повністю всю площину балкону ізолюють утеплювачем. Однак такий підхід веде до невиправдано високої вартості робіт та трудомісткості.



а)



б)



в)



Рис. 2.2. Варіанти застосування систем зовнішньої теплоізоляції балконних плит:

- а) кріплення плит пінополістиролу;
- б) недостатнє утеплення балкону;
- в) кріплення плит мінераловатного утеплювача.

Вітчизняна нормативно-технічна документація [5, 10] містить лише теплофізичні характеристики (лінійний коефіцієнт теплопередачі  $k_{вузла}$ , Вт/(м·К)) для деяких варіантів сполучення балкону та огорожувальної конструкції. Натомість жодного конкретного технічного рішення проблеми теплопровідних включень в сучасних нормах або технічних умовах не представлено.

Відповідно до нормативів України учасники будівництва не зобов'язані застосовувати зовнішнє утеплення виступаючих конструкцій (зокрема балконів). Технологія влаштування армованих теплоізоляційних елементів не згадується у вітчизняних стандартах в галузі будівництва та поки що не знайшла практичного впровадження в нашій державі.

Тому нами запропоновано термін «**додаткова теплоізоляція**» – технологія влаштування армованих теплоізоляційних елементів в зоні теплопровідних включень, яка, на відміну від відомої технології теплоізоляції основного поля огорожувальної конструкції (зовнішня теплоізоляція), забезпечує скорочення тепловитрат через термічні неоднорідності.

Таким чином, ґрунтуючись на досвіді зарубіжних та вітчизняних колег [68 – 71], нами була розроблена технологія влаштування енергозберігаючого конструктивного вузла «балконна плита – зовнішня стіна – плита перекриття» з використанням додаткової теплоізоляції в зоні теплопровідних включень. Запропоноване рішення являє собою комбінацію ефективної теплоізоляції та арматурних стрижнів спеціальної конфігурації, які компенсують відсутність бетону і забезпечують необхідні міцнісні параметри вузла [76]. Оцінка ефективності розроблених конструктивно-технологічних рішень була здійснена у порівнянні з вищезгаданою технологією зовнішньої теплоізоляції балкону (рис. 2.3).

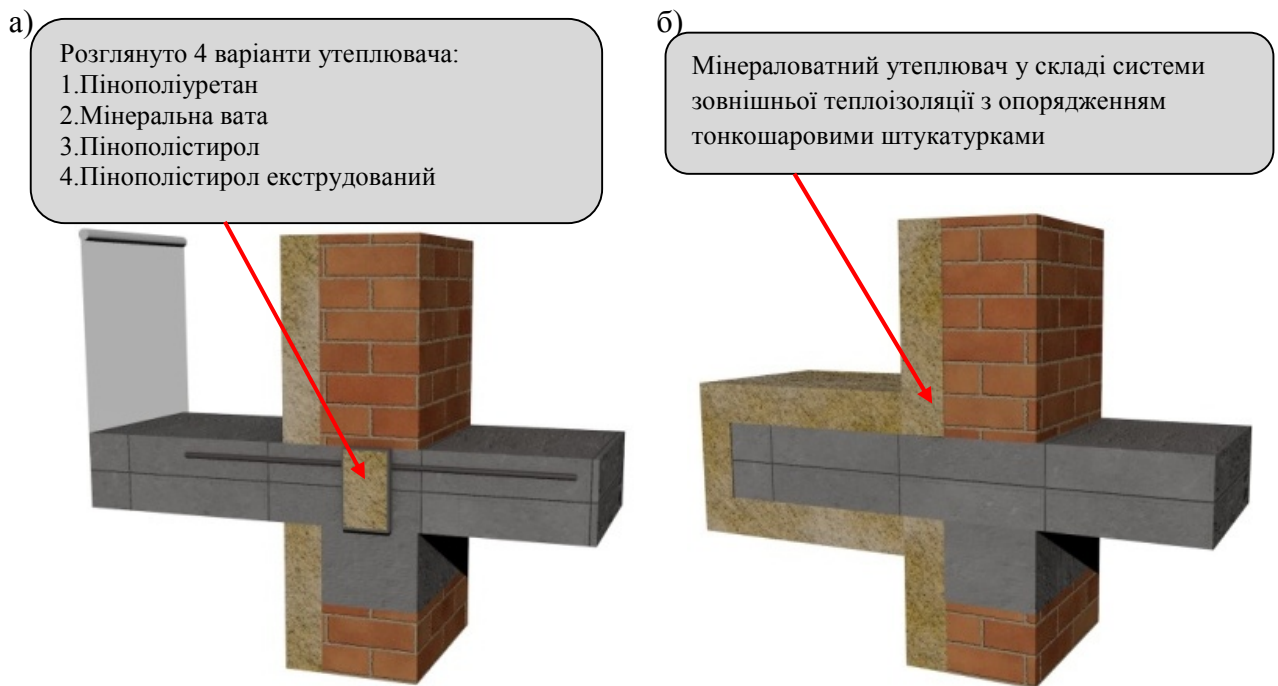


Рис. 2.3. Фрагмент конструктивного поєднання балкону та плити перекриття:

а) з улаштуванням додаткової теплоізоляції (армованого теплоізоляційного елемента вітчизняного виробництва на основі запропонованих чотирьох видів утеплювача);

б) з улаштуванням розповсюдженого варіанту системи зовнішньої теплоізоляції балкону.

Товщину теплоізоляційного елемента, а також необхідний діаметр арматурних стрижнів, підбирають за розрахунком у кожному індивідуальному випадку.

2.2 Дослідження параметрів, які забезпечують якість та експлуатаційну надійність вузла «балконна плита – плита перекриття»

2.2.1 Вплив додаткової теплоізоляції на температурні показники та виявлення їх відповідності нормативним значенням

Відповідно до нормативних документів України [5, 10] для забезпечення правильного тепловологісного режиму експлуатації конструкцій та досягнення прийнятних для мешканців параметрів мікроклімату житла необхідно дотримуватись виконання наступної умови:

$$\tau_{в\ min} > t_{min} , \quad (2.1)$$

де  $\tau_{в\ min}$  – мінімальне значення температури внутрішньої поверхні в зонах теплопровідних включень в огорожувальній конструкції, °С;

$t_{min}$  – мінімально допустиме значення температури внутрішньої поверхні при розрахункових значеннях температур внутрішнього й зовнішнього повітря, °С.

Згідно ДБН В.2.6 – 31:2006 [5] мінімальне значення температури внутрішньої поверхні в зонах теплопровідних включень в огорожувальній конструкції,  $\tau_{в\ min}$ , повинна перевищувати значення  $t_{min}$ . В свою чергу значення  $t_{min}$  повинне бути не менше ніж температура точки роси,  $t_p$ , за розрахунковими значеннями температури й відносної вологості внутрішнього повітря [72].

Далі наводиться розрахунок на прикладі 9-ти поверхового житлового будинку. План типового поверху та фасад будівлі зображено на рис. 2.4 і рис. 2.5 відповідно.

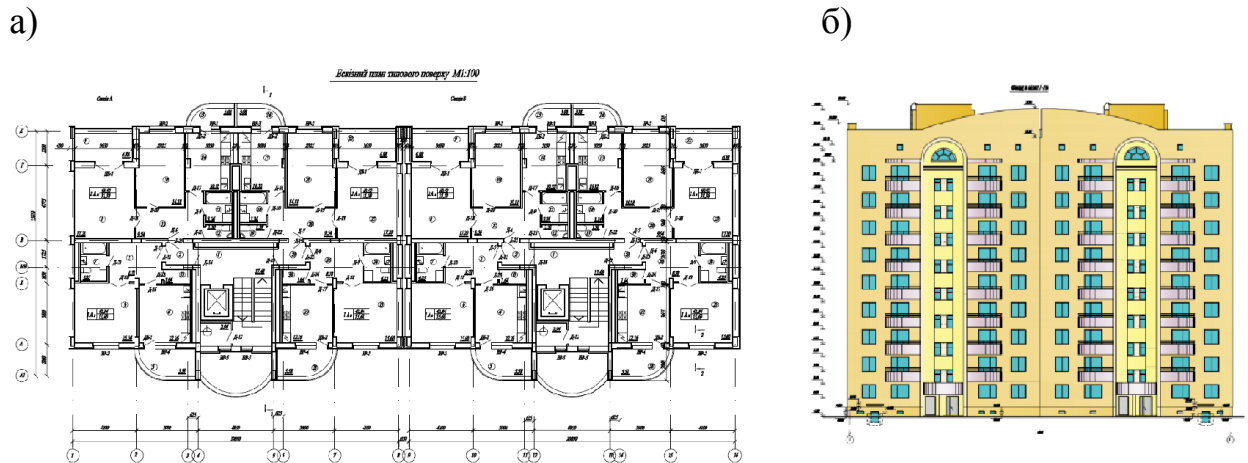


Рис.2.4. Об'ємно-планувальні характеристики житлового будинку, що досліджується: а)план; б)фасад.

Район будівництва – м. Дніпропетровськ. Будинок має залізобетонний каркас, заповнювач стін – газобетонні блоки, 600x300x300. Внутрішні поверхні зовнішніх стін опоряджено штукатуркою. Висота поверху (від підлоги до підлоги) – 3 м.

Для дослідження було обрано конструктивне поєднання «з/б перекриття – зовнішня огорожувальна конструкція – балконна плита». Припустимо, що навіть у випадку теплоізоляції зовнішньої огорожувальної конструкції температура внутрішньої поверхні стіни виявляється нижче нормативної. Причиною цього ефекту вважають конструктивне теплопровідне включення у вигляді залізобетонної плити балкону. Причому в надійно ізольованих будівлях негативний вплив теплопровідних включень посилюється у порівнянні з недостатньо утепленими будівлями. В зонах теплопровідних включень спостерігаються підвищені тепловитрати, на внутрішній поверхні конструкції накопичується волога, що спричинює передчасне руйнування конструкцій та незадовільний санітарно-гігієнічний режим в приміщеннях аж до появи плісняви.

Зовнішня огорожувальна конструкція вище балконної плити складається з газобетонних блоків (товщина кладки 350 мм), а нижче

балконної плити частина стіни виконана із залізобетону (ригель перекриття) товщиною 250 мм (рис. 2.5). Ескіз огорожувальної конструкції для розрахунку товщини утеплювача зображено на рис. 2.5, а її матеріальний склад представлено в таблиці 2.1.

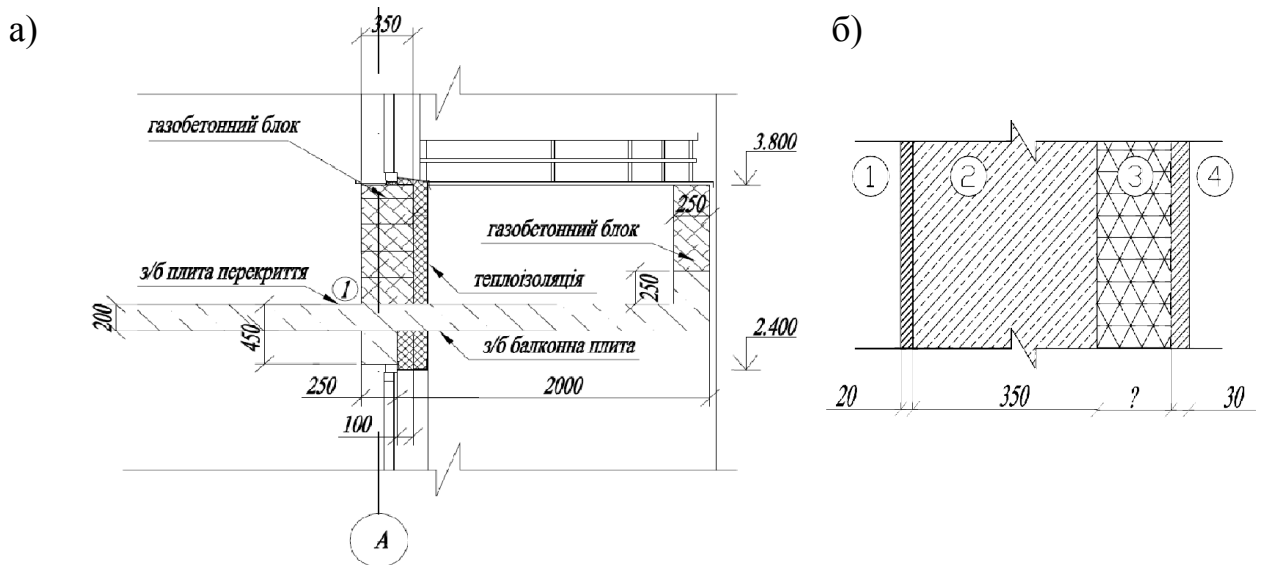


Рис. 2.5. Фрагмент обраний для дослідження:

а) конструктивне поєднання «з/б перекриття – зовнішня стіна– балконна плита»; б) зовнішня огорожувальна конструкція у розрізі.

Нами було розроблено конструктивно-технологічне рішення (рис. 2.6), направлене на покращення параметрів мікроклімату та скорочення тепловитрат спричинених теплопровідними включеннями у житловому будівництві. Запропоноване рішення полягає у влаштуванні додаткової теплоізоляції в зоні залізобетонного поєднання плити перекриття та балконної плити, що дозволяє відокремити балкон від термічного контуру будівлі. Додаткова теплоізоляція являє собою комбінацію теплоізоляційного матеріалу та елементів, що надають йому жорсткості (арматура і незнімна опалубка). При цьому послаблення механічних характеристик вузла, спричинене вилученням фрагменту залізобетону, повністю компенсується наявністю арматурних стрижнів особливої конфігурації в тілі додаткової теплоізоляції. Зазначене рішення надійно з'єднує конструкції і забезпечує ефективну

теплоізоляцію. Особливості контактної взаємодії матеріальних компонентів енергозберігаючих вузлів досліджувались у програмному комплексі Ansys і опубліковані у роботі [76].

Загальний вигляд конструктивного вузла із застосуванням додаткової теплоізоляції представлено на рис. 2.7. Теплотехнічні характеристики вузла представлено в табл. 2.1.

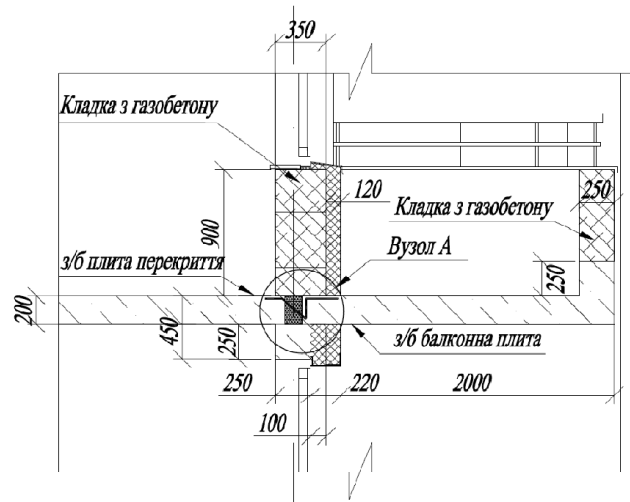


Рис. 2.6. Конструктивне поєднання «з/б перекрыття – зовнішня огорожувальна конструкція – балконна плита» з додатковою теплоізоляцією.

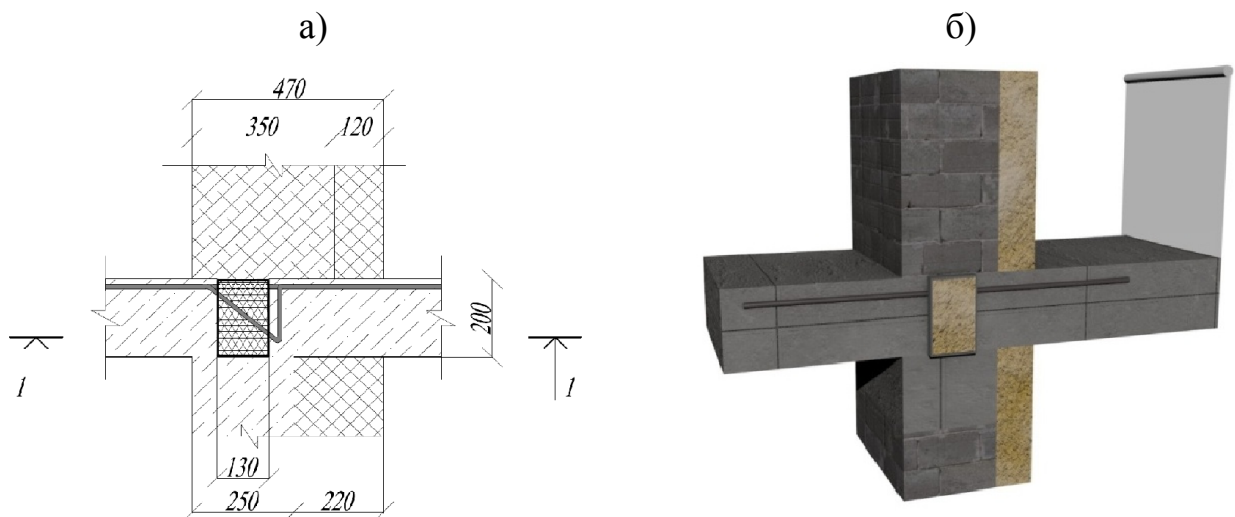


Рис. 2.7. Розміщення додаткової теплоізоляції в масиві конструкції:

а) вузол А, збільшене зображення;

б) об'ємне зображення вузла з використанням додаткової теплоізоляції.

**Теплотехнічні характеристики вузла огорожувальної конструкції з використанням додаткової теплоізоляції**

№ шару	Найменування шару матеріалу огорожувальної конструкції, густина $\rho_0$	Умовне зображення	Умовне позначення	Товщина шару, м	Розрахунковий коефіцієнт $\lambda$ , (Вт/ м $^{\circ}$ С)
1	Мінеральна вата додаткової теплоізоляції, 50 кг/м $^3$		$\delta_1$	0,12	0,04
2	Плита перекриття та балконна плита із залізобетону, 2500 кг/м $^3$		$\delta_2$	0,34	2,04
3	Незнімна полімерна опалубка		$\delta_3$	0,01	0,19
4	Сталь арматурна, 7850 кг/м $^3$		$\delta_4$	0,016	58
5	Внутрішній штукатурний шар, 1600 кг/м $^3$	—	$\delta_1$	0,02	0,81
6	Кладка з газобетонних блоків густиною 1000 кг/м $^3$ (брутто)		$\delta_5$	0,35	0,44
7	Плити мінераловатні, густиною 80 кг/м $^3$		$\delta_6$	0,12	0,045
8	Зовнішній штукатурний шар, 1500 кг/м $^3$	—	$\delta_4$	0,03	0,7

Необхідну товщину утеплювача відповідно до ДБН В.2.6 – 31:2006 [5] та враховуючи Зміну №1 (з наданням чинності від 1 липня 2013 року) [4] розраховують за формулою:

$$\delta_{ут} = (R_{q \min} - (\frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_3})) \cdot \lambda_{ут}, \quad (2.2)$$

де  $\delta_{ут}$  – мінімальна товщина утеплювача, м;

$R_{q \min}$  – мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції або непрозорої частини огорожувальної конструкції,  $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{Вт}$ , встановлюють згідно з [5] беручи до уваги зміну № 1 [4];

$\alpha_{\text{в}}, \alpha_{\text{з}}$  – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції,  $\text{Вт}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ , які приймають згідно з Додатком Б [5];

$\delta_i$  – товщина  $i$ -го шару конструкції, м;

$\lambda_i$  – теплопровідність матеріалу  $i$ -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації (розрахункова теплопровідність),  $\text{Вт}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$ ;

$n$  – кількість шарів огорожувальної конструкції.

Температуру внутрішньої поверхні  $\tau'_\text{в}$  огорожувальної конструкції по теплопровідному включенню необхідно приймати згідно розрахунку температурного поля конструкції за формулою:

$$\tau'_\text{в} = t_\text{в} - \frac{n \cdot (t_\text{в} - t_\text{з})}{R'_0 \cdot \alpha_\text{в}} \cdot [1 + \eta \cdot (\frac{R_0^{\text{УМОВ}}}{R'_0} - 1)], \quad (2.3)$$

де  $\tau'_\text{в}$  – температура внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції по теплопровідному включенню;

$n$  – коефіцієнт, що приймається в залежності від положення зовнішньої поверхні огорожувальних конструкцій по відношенню до зовнішнього повітря, приймаємо згідно довідкових даних за [73];

$t_\text{в}$  – розрахункова температура внутрішнього повітря,  $^\circ\text{C}$ , приймаємо згідно [5]  $t_\text{в} = 20^\circ\text{C}$ ;

$t_\text{з}$  – розрахункова зимова температура зовнішнього повітря,  $^\circ\text{C}$ , приймаємо згідно [72],  $t_\text{з} = -24^\circ\text{C}$ ;

$\alpha_\text{в}$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції,  $\text{Вт}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ ;

$R_0$  – опір теплопередачі огорожувальної конструкції,  $\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ;



$R'_o$ ,  $R_o^{умов}$  – опір теплопередачі огорожувальної конструкції,  $m^2 \cdot ^\circ C / Wt$ , відповідно в місцях теплопровідних включень і за їх межами (основне поле огорожувальної конструкції), обчислюється за формулою:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_в} + \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_з}, \quad (2.4)$$

де  $\alpha_в$ ,  $n$ ,  $\lambda_i$ ,  $\delta_i$ ,  $\alpha_з$  – описані в (2.3).

Причому для  $R'_o$  суму  $\sum_{i=1}^{n-1} \frac{\delta_i}{\lambda_i}$  необхідно розрахувати для шарів конструкції в межах теплопровідного включення. В нашому випадку теплопровідне включення цілком складається із залізобетону, тому  $\delta_1=0,47$  м і  $\lambda_1=2,04$  Вт/(м $\cdot$ °C).

$\eta$  – коефіцієнт, що приймається згідно довідкових даних за [74] в залежності від відношення:

$$\eta = f\left(\frac{a}{\delta}\right) = f\left(\frac{0,2}{0,47}\right), \quad (2.5)$$

де  $a$  – висота теплопровідного включення, в нашому випадку  $h$  плити балкону, м;

$\delta$  – сумарна потужність шарів огорожувальної конструкції, що містять в собі теплопровідне включення, м.

Питома кількість тепловитрат  $q$  (Вт/м $^2$ ), теплопровідних включень в зоні балконних плит розраховується за формулою згідно [75]:

$$q=k' \cdot (t_в - t_з), \quad (2.6)$$

де  $q$  – питома кількість тепловитрат, Вт/м $^2$ ,

$t_в$ ,  $t_з$  – описані в (2.3),

$k'$  – коефіцієнт теплопередачі в зоні теплопровідного включення, Вт/м $^2 \cdot ^\circ C$ :

$$k' = \frac{1}{R_0'} \quad (2.7)$$

Загальна кількість тепловитрат через теплопровідні включення балконів всієї будівлі  $Q_{\text{Т.ВКЛ.}}$  (Вт):

$$Q_{\text{Т.ВКЛ.}} = q \cdot F, \quad (2.8)$$

де  $Q_{\text{Т.ВКЛ.}}$  – загальна кількість тепловитрат через теплопровідні включення, Вт;

$F$  – площа теплопровідних включень на всій будівлі,  $\text{м}^2$ , для обраного 9-ти поверхового житлового будинку під варіантом № 1 (додаток А)  $F = 74,88 \text{ м}^2$ .

Вищевикладений алгоритм було використано для розрахунку параметрів, які забезпечують якість та експлуатаційну надійність вузла «балконна плита – плита перекриття» у випадку звичайного залізобетонного поєднання та при застосуванні теплоізоляційного блоку товщиною  $\delta = 120 \text{ мм}$ , виготовленого з мінеральної вати (табл. 2.1). Результати розрахунку наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2

**Теплотехнічні характеристики вузла огорожувальної конструкції з використанням додаткової теплоізоляції**

№	Теплофізичні параметри та геометричні характеристики	Монолітне залізобетонне поєднання плити перекриття та балкону	Додаткова теплоізоляція у складі вузла «балкон-перекриття»
1	2	3	4
1	Товщина армованого теплоізоляційного елемента, $\delta_{\text{ут}}$ , м	–	0,12

1	2	3	4
2	Товщина зовнішнього шару теплоізоляції, $\delta_{\text{вт}}$ , м	0,12	0,12
3	Опір теплопередачі за межами теплопровідного включення, $R_o^{\text{вмог}}$ , $\text{м}^2 \cdot \text{C} / \text{Вт}$	3,69	3,69
4	Опір теплопередачі в зоні теплопровідного включення, $R_o'$ , $\text{м}^2 \cdot \text{C} / \text{Вт}$	0,389	3,383
5	Відповідність вимозі $R_{q \text{ min}} \leq R_o'$ , при $R_{q \text{ min}} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{C} / \text{Вт}$	Ні	Так
6	Коефіцієнт теплопередачі в зоні теплопровідного включення, $k'$ , $\text{Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{C}$	2,57	0,296
7	Питома кількість тепловитрат в зоні теплопровідних включень, $q$ , $(\text{Вт} / \text{м}^2)$	113,2	13,03
8	Загальна кількість тепловитрат через теплопровідні включення балконів всієї будівлі $Q_{\text{т.вкл}}$ , Вт	8476	976
9	Загальна кількість тепловитрат всієї будівлі $Q_{\text{б}}$ , Вт	66348	58848

Загальна кількість тепловитрат всієї будівлі розрахована за [5].

Конденсат на внутрішній поверхні стіни буде з'являтися, якщо температура поверхні знизиться до температури точки роси  $t_{\text{т.р}}$ . Розрахункова температура внутрішнього повітря  $t_{\text{в}} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Розрахункове значення відносної вологості,  $\phi_{\text{в}} = 55 \text{ \%}$ . Відповідно до діаграми розподілення вологості:  $t_{\text{т.р}} = 10,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Перевіримо чи виконується умова:  $\tau_{\text{в}}' > t_{\text{т.р}}$ . У випадку монолітного залізобетонного поєднання:  $\tau_{\text{в}}' = 9,33 \text{ } ^\circ\text{C} < t_{\text{т.р}}$  – умова не виконується, відтак є ризик накопичення вологи і спостерігаються підвищені тепловитрати в зоні конструктивного вузла «плита перекриття – зовнішня огорожувальна конструкція – балконна плита».

У випадку застосування додаткової теплоізоляції:  $\tau_{\text{в}}' = 18,53 \text{ } ^\circ\text{C} > t_{\text{т.р}}$  – умова виконується, відтак ризик накопичення вологи і термічну неоднорідність в зоні теплопровідного включення ліквідовано.

Скорочення тепловитрат спричинених теплопровідними включеннями у випадку застосування запропонованого рішення складає 88,5 %.

Енергозберігаючий ефект  $E$ , (%) від застосування додаткової теплоізоляції:

$$E = \left( \frac{Q_{\text{т.вкл.}} - Q_{\text{т.вкл.}}^{\text{д.т.}}}{Q_6} \right) \cdot 100\%, \quad (2.9)$$

де  $Q_{\text{т.вкл.}}$  – загальна кількість тепловитрат через теплопровідні включення без додаткової теплоізоляції, Вт;

$Q_{\text{т.вкл.}}^{\text{д.т.}}$  – залишкові тепловитрати у випадку застосування додаткової теплоізоляції, Вт.

За наведеним алгоритмом були розраховані температурні показники та тепловитрати для 20-ти будівель з різними архітектурно-планувальними рішеннями (додаток А). На рис. 2.8 зображено енергозберігаючий ефект та залишкові тепловитрати після влаштування додаткової теплоізоляції з мінеральної вати балконів всіх будівель.

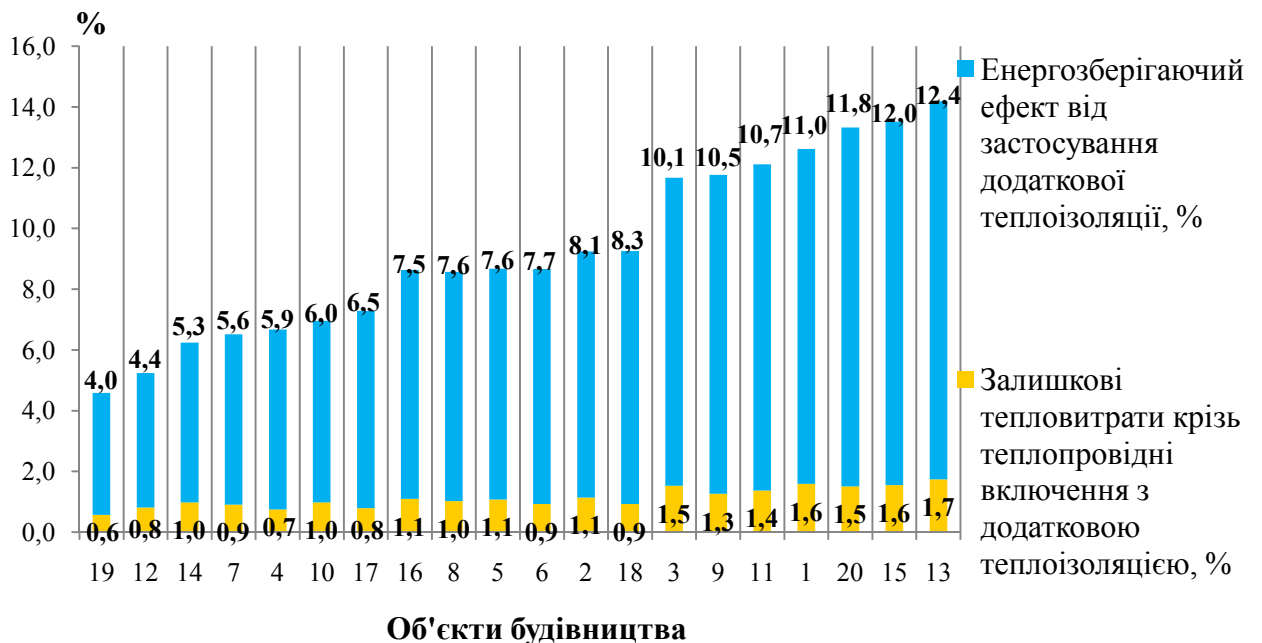


Рис. 2.8. Енергозберігаючий ефект в загальній структурі тепловитрат від додаткової теплоізоляції теплопровідних включень (балконів) для кожного досліджуваного об'єкту

При цьому для кожної будівлі було підібрано 5 варіантів влаштування теплоізоляції балконів. З них 4 варіанти додаткової теплоізоляції з різними теплоізоляційними матеріалами: пінополіуретан, мінеральна вата, пінополістирол екструдований та пінополістирол звичайний, а також 1 варіант суцільного зовнішнього утеплення балкону з опорядженням тонкошаровими штукатурками за технологією Ceresit. Також були розраховані температурні показники і тепловитрати спричинені теплопровідними включеннями у випадку відсутності будь-якої теплоізоляції балконів. Таким чином було проаналізовано температурні показники для 120 варіантів влаштування балконів.

Далі розраховано експлуатаційний економічний ефект від влаштування додаткової теплоізоляції балконів. Під поняттям «експлуатаційного економічного ефекту» слід розуміти економію фінансових витрат в опалювальний сезон за умови влаштування додаткової теплоізоляції. Розрахунок здійснено за наступним алгоритмом:

$$E_{i}^{\text{опал.}} = C_m z_{\text{от.пер.}} n \Delta t A_0^{0.к} (R_i - R_0) / R_0 R_i, \quad (2.10)$$

де  $E_{i}^{\text{опал.}}$  – економія фінансових витрат в опалювальний сезон за умови влаштування додаткової теплоізоляції для  $i$ -го варіанту, грн.;

$C_m$  – вартість теплової енергії в цінах 2014 року,  $C_m = 443,83$  грн./Гкалл або  $C_m = 443,83 \cdot 0,086 / 10^5$  Вт;

$z_{\text{от.пер.}}$  – середньорічна тривалість опалювального сезону за [72] для м.Дніпропетровськ, 172 доби;

$n$  – кількість годин на добу, 24 год;

$\Delta t = t_b - t_{\text{от.пер.}}$  – різниця між нормативною внутрішньою температурою приміщення,  $t_b = 20$  °C та розрахунковою температурою зовнішнього повітря в опалювальний сезон  $t_{\text{от.пер.}} = -0,2$  °C за [72], відтак  $\Delta t = 20,2$  °C;

$A_i^{0.к}$  – площа огороджувальної конструкції, що містить теплопровідне включення,  $A_i^{0.к} = 74,88$  м<sup>2</sup>;

$R_0$  и  $R_i$  – опір теплопередачі в місцях теплопровідних включень до та після застосування теплоізоляції балкону відповідно,  $R_0 = 0,389 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ ;  $R_i = 3,383 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ .

Отже для розглянутої будівлі під номером 1 (додаток А):

$$E_{1,1}^{\text{опал.}} = 443,83 \cdot 172 \cdot 24 \cdot 20,2 \cdot 74,88 (3,383 - 0,389) : (3,383 \cdot 0,389) = \\ = 5425 \text{ грн.}$$

Розраховано експлуатаційний економічний ефект (з урахуванням тарифів на теплову енергію за 2014 рік) для 20 обраних об'єктів дослідження за умови влаштування 4-х варіантів додаткової теплоізоляції та варіанту зовнішньої теплоізоляції балконів. Результати розрахунку експлуатаційного економічного ефекту для всіх перелічених варіантів були використані в якості вихідних даних для здійснення математичного аналізу, описаного у розділі 3. Отримані показники для типу «ППУ» (пінополіуретановий утеплювач у складі додаткової теплоізоляції) представлено на рис. 2.9.

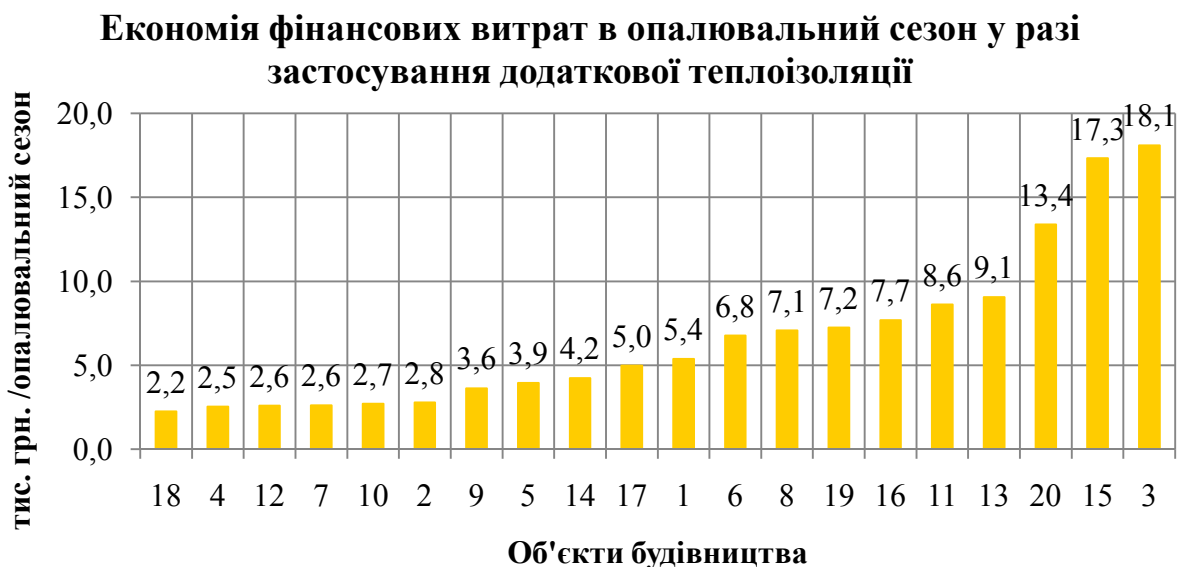


Рис. 2.9. Експлуатаційний економічний ефект від застосування додаткової теплоізоляції балконів типу «ППУ»

### 2.2.2 Дослідження вологісного режиму у випадку використання додаткової теплоізоляції балконів

За вимогами ДБН В.2.6 – 31:2006 «Теплова ізоляція будівель» розрахунок вологісного режиму огорожувальних конструкцій ведеться для розрахункової температури зовнішнього повітря найбільш холодного місяця (для м. Дніпропетровськ  $t = -4,7^{\circ}\text{C}$ ) [72].

Зона конденсації визначається за характером розподілу парціального тиску (пружності) водяної пари  $e(x)$  і парціального тиску насиченої (максимальної пружності) водяної пари  $E(x)$  у товщі шарів огорожувальної конструкції.

Визначаємо парціальний тиск водяної пари внутрішнього повітря при  $t_6 = 20^{\circ}\text{C}$  та зовнішнього повітря при  $t_3 = -4,7^{\circ}\text{C}$  за формулами:

$$e_6 = 0,01 \cdot \varphi_6 \cdot E_6, \quad (2.11)$$

$$e_3 = 0,01 \cdot \varphi_3 \cdot E_3, \quad (2.12)$$

де  $e_6$  – парціальний тиск водяної пари внутрішнього повітря, Па;

$e_3$  – парціальний тиск водяної пари зовнішнього повітря, Па;

$\varphi_6$  – розрахункове значення відносної вологості внутрішнього повітря, залежить від призначення будинку, в нашому випадку  $\varphi_6 = 55\%$ ;

$\varphi_3$  – розрахункове значення відносної вологості зовнішнього повітря, залежить від району забудови, в нашому випадку  $\varphi_3 = 86\%$ ;

$E_6$  – максимальна пружність водяної пари внутрішнього повітря, залежить від  $t_6$ , Па;

$E_3$  – максимальна пружність водяної пари зовнішнього повітря, залежить від  $t_3$ , Па.

Парціальний тиск насиченої водяної пари  $E(x)$  залежить від розподілу температур в товщі конструкції  $E = f(t)$ , тому визначаємо значення температур на границі шарів  $\tau(x)$  (рис. 2.10) по формулі згідно [75]:

$$\tau(x) = t_B - \frac{t_B - t_{зс}}{R_{\Sigma пр}} \cdot \left( \frac{1}{\alpha_B} + R_x \right), \quad (2.13)$$

де  $t_B, \alpha_B$  – описані в (2.3);

$R_x$  – термічний опір шару потужністю  $x$ ,  $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$ ;

$\tau(x)$  – значення температур на границі шарів,  $^\circ C$ ;

$t_{зс}$  – розрахункова температура зовнішнього повітря для процесу накопичення вологи в конструкції, визначається згідно з [72] для періоду найбільш холодного місяця року,  $^\circ C$ .

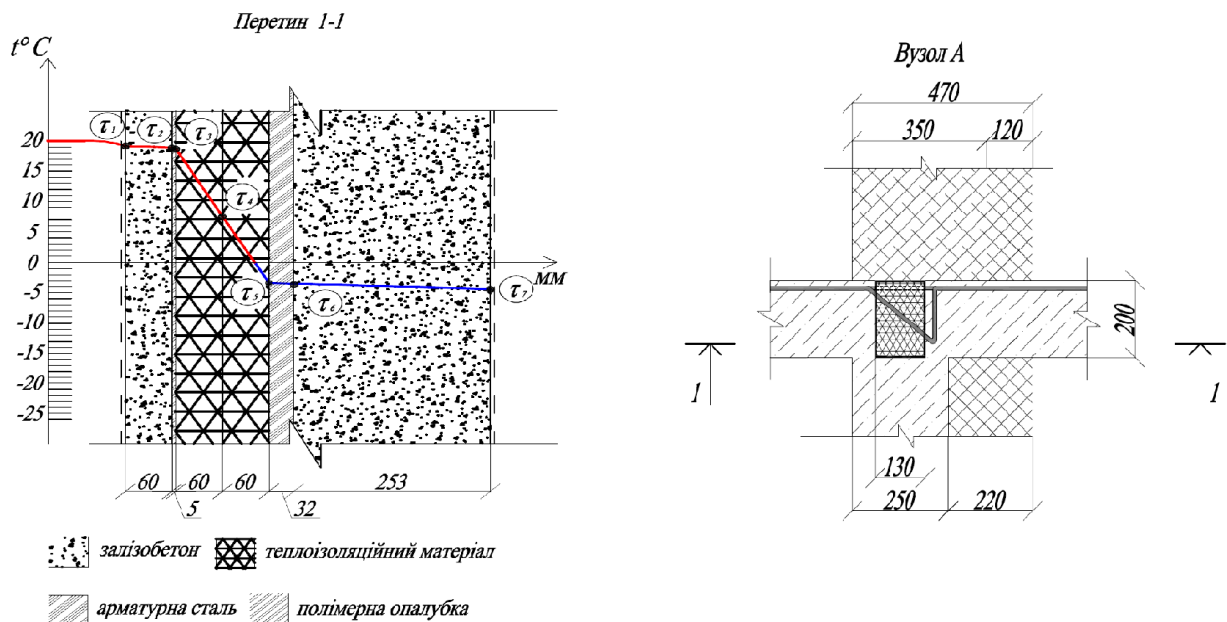


Рис. 2.10. Розподіл температур у перетині 1 – 1 конструктивного вузла А

За знайденими величинами температур по довідковим даним знаходимо значення парціального тиску насиченої водяної пари в прошарках огороження  $E(x)$ .

Знаходимо опір паропроникненню огорожувальної конструкції :

$$Re\Sigma = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\mu_i}, \quad (2.14)$$



де  $R_{e\Sigma}$  – опір паропроникненню огорожувальної конструкції,  $m^2 \cdot год \cdot Па / мг$ ;

$\delta_i$  – товщина і-го шару, м;

$\mu_i$  – паропроникність матеріалу і-го шару, визначається за таблицею Л, [5],  $мг / м \cdot год \cdot Па$ .

Визначаємо парціальний тиск в товщі огороження за формулою:

$$e(x) = e_x - \frac{e_B - e_3}{R_{e\Sigma}} \cdot R_{ex}, \quad (2.15)$$

де  $e_B$ ,  $e_3$  – описані в (2.11) та (2.12);

$e_x$  – парціальний тиск в товщі  $x$ ,  $Па$ ;

$R_{ex}$  – опір паропроникненню огорожувальної конструкції на відстані  $x$  від внутрішньої поверхні до перерізу в якому визначають  $e(x)$ ,  $m^2 \cdot год \cdot Па / мг$ .

Далі будемо графік вологісного режиму огорожувальної конструкції (рис. 2.11) в стандартних умовах дифузії водяної пари за методикою К. Ф. Фокіна [75]:.

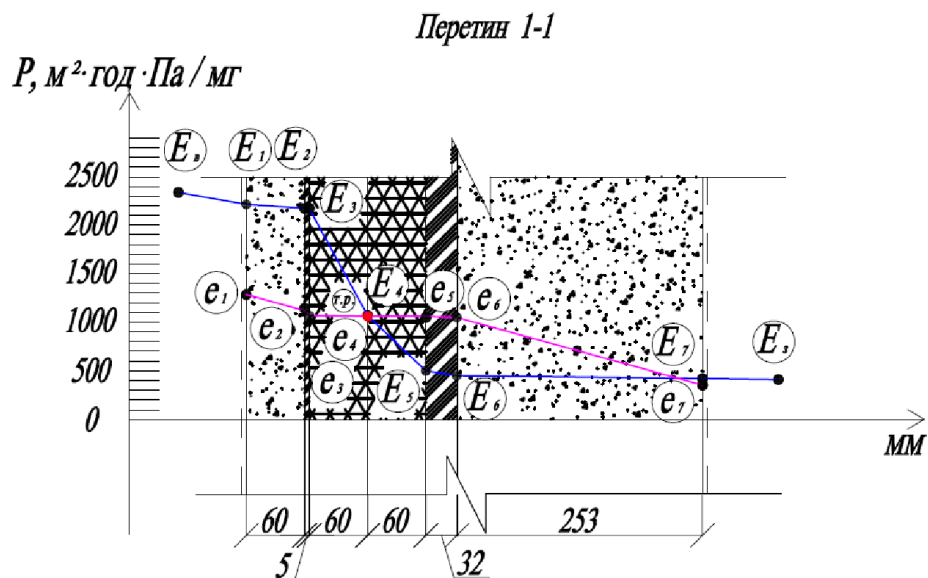


Рис. 2.11. Графік вологісного режиму конструктивного сполучення з додатковою теплоізоляцією

На вісі абсцис відкладаємо товщини всіх шарів огорожі, а на вісі ординат – значення парціального тиску (пружності) водяної пари  $e(x)$  та парціального тиску насиченої (максимальної пружності) водяної пари  $E(x)$ .

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій опалювальних будинків за вимогами ДБН В.2.6 – 31:2006 обов'язкове виконання умови:

$$\Delta w \leq \Delta w_D, \quad (2.16)$$

де  $\Delta w$  – збільшення вологи матеріалу в товщі шару конструкції, в якому може відбуватися конденсація вологи, за холодний період року, % за масою;

$\Delta w_D$  – допустиме за теплоізоляційними характеристиками збільшення вологості матеріалу, в шарі якого може відбуватися конденсація вологи, % за масою, встановлюється згідно з таблицею 8 норм [5] залежно від виду матеріалу.

Умова вважається не виконаною, якщо у будь-якому перерізі огорожувальної конструкції  $e(x) \geq E(x)$ . Така зона з'являється у нашому випадку, позначена як «точка роси» на рис. 2.11. Тому проводиться розрахунок приросту вологи в шарі матеріалу  $\Delta w$ , у якому відбувається конденсація вологи за формулою:

$$\Delta w = \frac{P}{\delta_k \cdot \rho_k} \cdot 100\%, \quad (2.17)$$

де  $P$  – кількість вологи, що конденсується у товщі огорожі за період накопичення вологи в конструкції,  $кг/м^2$ :

$$P = \left( \frac{e_B - e_K}{R_{ek}} - \frac{e_K - e_3}{R_{e\Sigma} - R_{eK}} \right) \cdot Z \cdot 10^{-6}, \quad (2.18)$$

де  $e_B, e_3$  – описані в (2.13);

$\delta_k$  – товщина шару матеріалу, в якому відбувається накопичення вологи, м;

$\rho_k$  – густина шару матеріалу в якому відбувається конденсація вологи, визначається згідно таблиці Л.1 додатка Л норм [5],  $кг/м^3$ ,

$e_k$  – парціальний тиск водяної пари в зоні конденсації, Па;

$R_{ek}$  – опір паропроникненню частини огорожувальної конструкції до зони початку конденсації,  $м^2 \cdot год \cdot Па/мг$ :

$$R_{ek} = \sum_{i=1}^m \frac{\delta_i}{\mu_i} + \frac{x - \sum_{i=1}^m \delta_i}{\mu_{m+1}}, \quad (2.19)$$

$m$  – кількість повних шарів від внутрішньої поверхні до перерізу  $x$ ;

$\mu_{m+1}$  – паропроникність матеріалу шару, де розташований переріз  $x$ ,  $мг/м \cdot год \cdot Па$ ;

$Z$  – період накопичення вологи в конструкції, що дорівнює періоду із середньодобовими температурами зовнішнього повітря менше ніж  $8^\circ C$  за [72], год.

Отже, для наведеного варіанту опір паропроникненню частини огорожувальної конструкції до зони початку конденсації:

$$R_{ek} = 2,74 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па/мг}.$$

Тоді кількість вологи, що конденсується у товщі огорожі за період накопичення вологи в конструкції:  $P = 0,0005 \text{ кг/м}^2$ .

Приріст вологи в шарі матеріалу  $\Delta w$ , у якому відбувається конденсація вологи:  $\Delta w = 0,005 \%$ . Для мінеральної вати допустиме значення  $\Delta w_D = 2,5\%$ , відтак рівність  $\Delta w \leq \Delta w_D$  підтверджується. Отже, розглянуте конструктивне рішення цілком відповідає вітчизняним вимогам, щодо підтримання правильного вологісного режиму експлуатації конструкції. Аналогічного висновку ми дійшли під час розрахунку вищенаведених параметрів для всіх варіантів влаштування додаткової теплоізоляції балконів.

## 2.3 Експериментальні дослідження ефективності додаткової теплоізоляції

### 2.3.1 Загальна методика експериментальних досліджень

В ході обстеження теплотехнічної однорідності зовнішньої теплоізоляції було виявлено найбільш уразливі ділянки – зони теплопровідних включень або «містків холоду» в конструктивному вузлі «балконна плита – плита перекриття». Це доводять результати тепловізійної інспекції об'єктів житлового фонду м. Дніпропетровськ та м. Бухарест (Румунія) в опалювальний період. Результати викладено в табл. 1.3 та табл. 1.4 (розділ 1). Далі було взято за мету розробити нові конструктивно-технологічні рішення влаштування додаткової теплоізоляції вузла «балконна плита – зовнішня стіна – плита перекриття» та випробувати його в лабораторних умовах за допомогою обладнання для моделювання кліматичних впливів. Аналіз результатів досліджень дозволив нам перевірити ефективність запропонованих рішень і перейти до розрахунку техніко-економічних показників влаштування додаткової теплоізоляції. Надійність результатів експериментальних досліджень передбачалось забезпечити шляхом попереднього моделювання досліджуваних зразків у програмному комплексі Ansys Fluent, що дозволило порівняти показники температур отримані під час експериментальних випробувань та розрахункові значення температур. Таким чином було сформовано основні етапи експериментальних досліджень:

1. Аналіз вітчизняного та зарубіжного досвіду лабораторних досліджень зразків різних теплоізоляційних рішень.
2. Вибір будівельних матеріалів для побудови зразків. Визначення фізичних та геометричних параметрів зразків.
3. Перевірка правильності вибору розмірів досліджуваних зразків за допомогою моделювання у програмному комплексі Ansys Fluent.

4. Вибір обладнання для моделювання температурного режиму в кліматичній камері.

5. Побудова зразка конструктивного вузла «балконна плита – зовнішня стіна – плита перекриття» з використанням додаткової теплоізоляції в зоні балкону та ідентичного зразка із залізобетонним поєднанням плити балкону та плити перекриття.

6. Калібрування та встановлення заглиблюваних та поверхневих термопар на зразках.

7. Побудова кліматичних камер, що вміщують кожен зразок та підключення термопар до вторинних вимірювальних приладів та до комп'ютера оператора дослідження.

8. Витримування зразків під впливом фіксованих температур протягом 6 годин до досягнення стаціонарного режиму теплообміну та зняття температурних показників.

9. Отримання статистичних даних температурних показників шляхом щоденної фіксації показників кожного зразка протягом 9 днів.

10. Обробка отриманих даних в середовищі електронних таблиць MS Excel.

11. Порівняння лабораторних даних з розрахунковими з метою виявлення можливих похибок.

12. Порівняння значень температур зразка з додатковою теплоізоляцією та зразка у класичному залізобетонному виконанні. Виявлення ступеня ефективності досліджуваного фрагменту додаткової теплоізоляції.

2.3.2 Конструктивно-технологічні особливості влаштування зразків додаткової теплоізоляції у кліматичних камерах

Загальний вигляд експериментальної конструкції вузла «балконна плита – зовнішня стіна – плита перекриття» з додатковою теплоізоляцією та без додаткової теплоізоляції наведено на рис. 2.12.

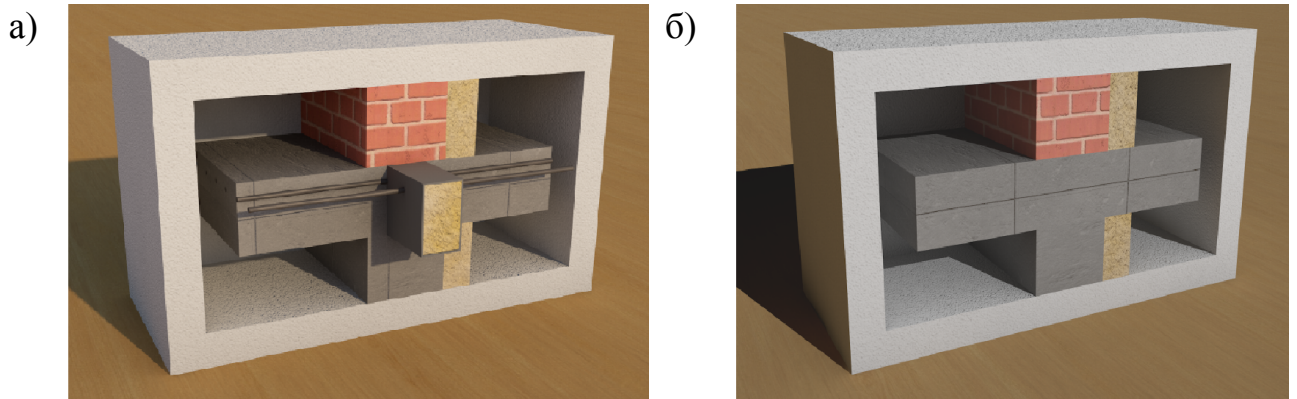


Рис. 2.12. Об'ємна модель експериментальної конструкції вузла сполучення балкону та плити перекриття:

- а) з додатковою теплоізоляцією;
- б) залізобетонне поєднання балконної плити та плити перекриття.

Ескізи зразків, що були випробувані в ході лабораторних досліджень, а також схема розміщення поверхневих та заглиблених термопар представлені на рис. 2.13 та на рис. 2.14.

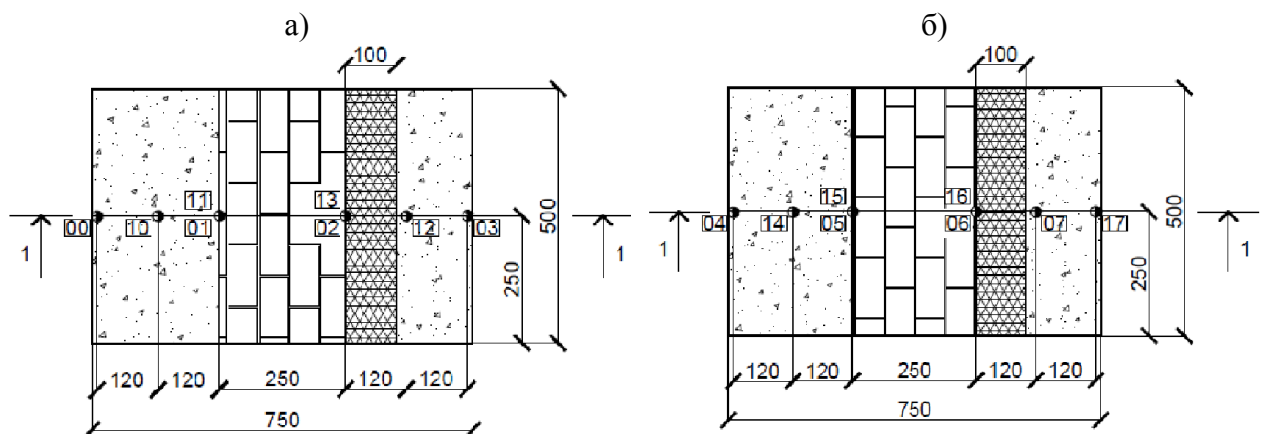


Рис. 2.13. Ескізи зразків конструктивних вузлів «балконна плита – зовнішня стіна – плита перекриття» зі схемою розміщення поверхневих та заглиблених термопар:

- а) розміри всіх елементів та вигляд в плані зразка з додатковою теплоізоляцією;
- б) те саме для зразка без додаткової теплоізоляції.

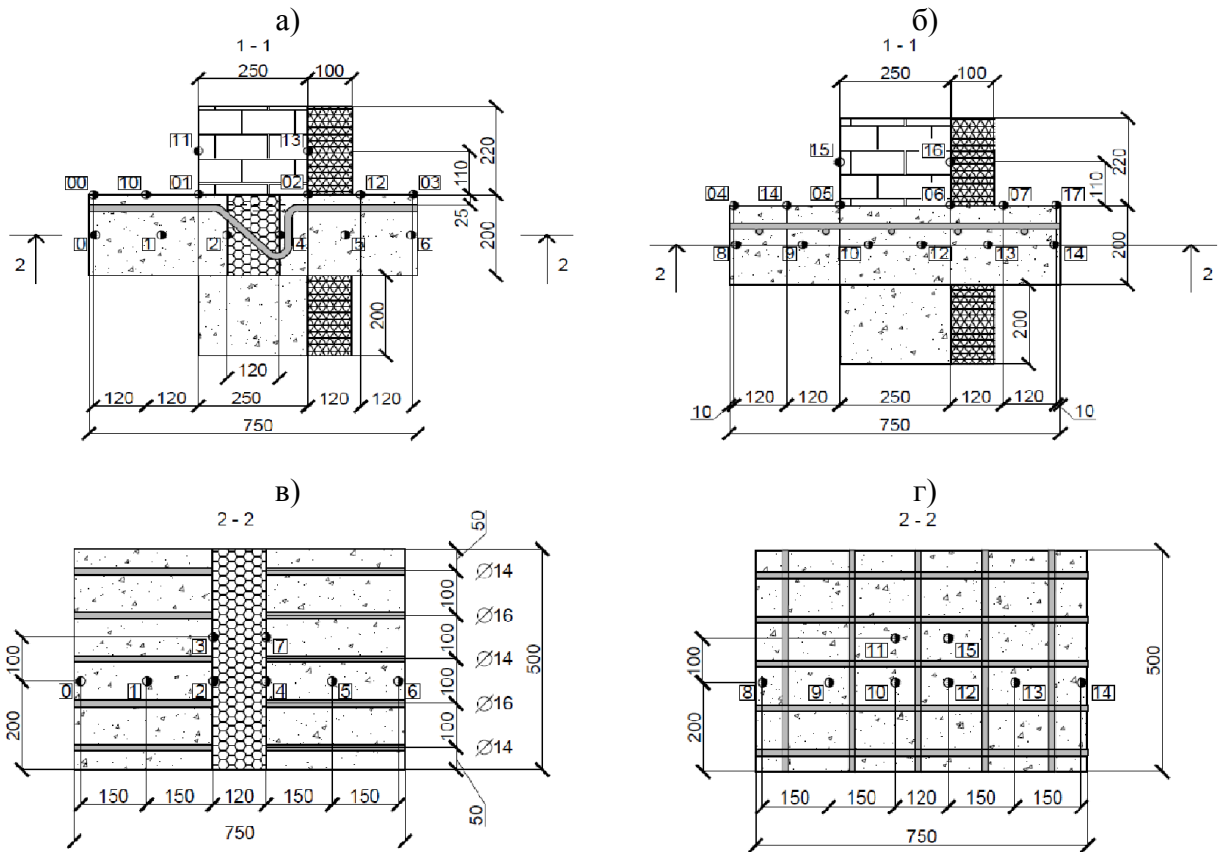


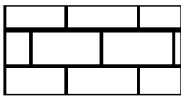
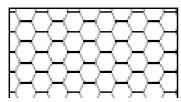

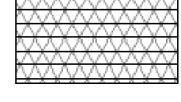
Рис. 2.14. Ескізи зразків конструктивних вузлів «балконна плита – зовнішня стіна – плита перекриття» зі схемою розміщення поверхневих та заглиблених термопар: а) розріз 1–1 першого зразка, б) розріз 1–1 другого зразка, в) розріз 2–2 першого зразка, г) розріз 2–2 другого зразка.

Перелік матеріалів та їх фізичні параметри, що були використані для моделювання характеру розподілу температур в зразках в програмному комплексі Ansys Fluent представлено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

### Перелік матеріалів та їх фізичні характеристики

№	Матеріал	Умовне позначення	Розр. коеф. теплопровідності $\lambda$ , Вт/(м·К)	Густина $\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup>	Питома теплоємність $c_0$ , кДж/(кг·К)
1	2	3	4	5	6
1	Залізобетон		2,04	2500	0,84

1	2	3	4	5	6
2	Кладка з порожнистої керамічної цегли		0,58	1400	0,88
3	Екструзійний пінополістирол додаткової		0,039	30	1,34
4	Сталь арматурна		58	7850	0,482
5	Плити пінополістирольні зовнішньої ізоляції		0,039	30	1,34

Співробітники Науково-дослідницького інституту будівельної фізики РААСН (м. Москва): к.т.н. Умнякової Н. П., інженери Егорова Т. С. і Андрійцева К. С. у своїх публікаціях [59 – 63] досліджують ефективність використання армованого теплоізоляційного елемента виробника Schoeck Isocorb в зоні конструктивного поєднання «балкон – перекриття». З цією метою проводять теплотехнічні випробування експериментальної конструкції в кліматичних камерах. Правильність обраних розмірів конструкції перевіряють за допомогою розрахунку тримірних температурних полів у програмному комплексі NASTRAN. З метою уникнення викривлення температурного поля пов'язаного з крайовими ефектами було здійснено аналіз тримірного розподілу температур зразків у програмному комплексі Ansys Fluent. Таким чином було перевірено розміри зразків, представлених на рис. 2.13.

Використане обладнання дозволило досягти різницю температур в 34°C. Тому вихідними даними для розрахунку в Ansys обрано температуру з холодного боку в 11°C та температуру з теплого боку в 45 °C. Коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції прийнято згідно з [5]:  $\alpha_{int}=8,7 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{°C}$  та  $\alpha_{ext}=23 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{°C}$  відповідно. Також прийнято доцільну кількість вузлів, що дорівнює приблизно 180000 вузлів для двомірного розрахунку і 7000 вузлів для тримірного розрахунку. Результати

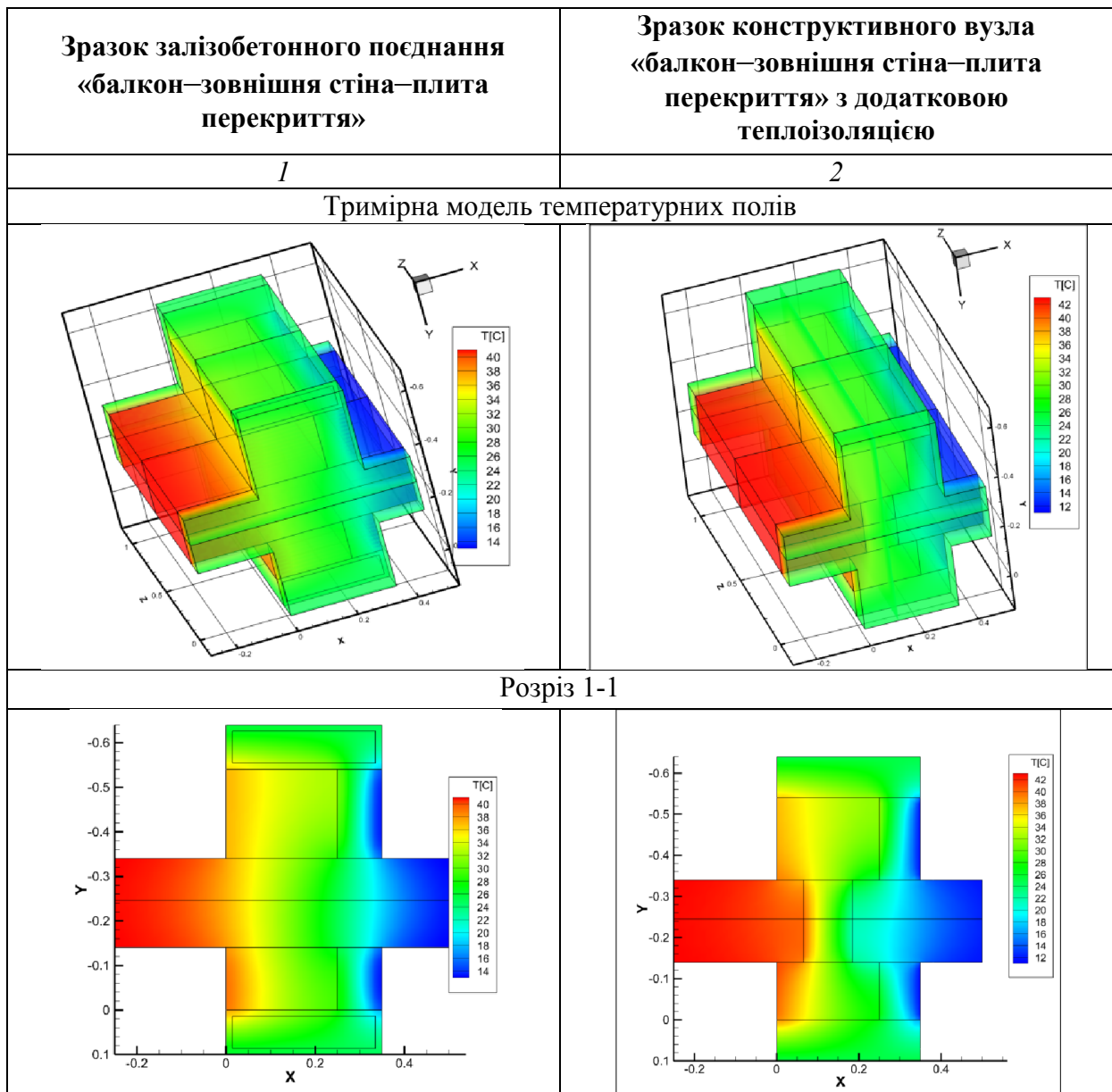


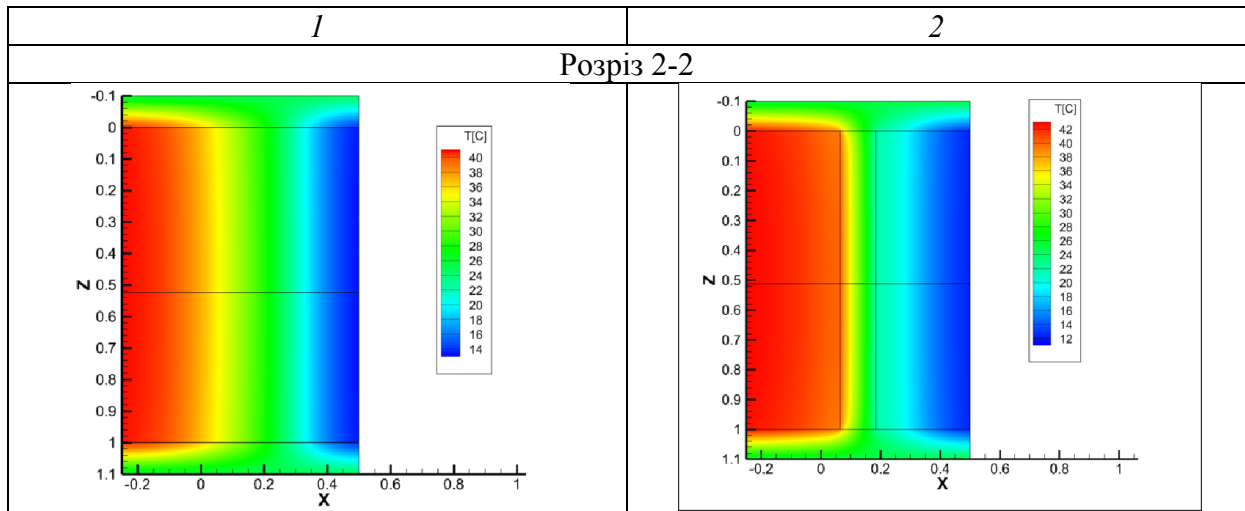
розрахунку, що відповідають розрізу 1–1 та розрізу 2–2 на рис. 2.13 проілюстровані в таблиці 2.4.

Отже, викривлення температурних полів спостерігаються тільки в зоні сполучення зразків з ізоляційною оболонкою кліматичної камери. Натомість крайові ефекти не впливають на розподіл температур в зоні розрізів 1–1 і 2–2, які підлягали моніторингу під час експерименту. Таким чином, обрані розміри зразків для лабораторних дослідів являються надійними і дозволяють мінімізувати похибки.

Таблиця 2.4

### Результати розрахунку тримірних та двомірних температурних полів





### 2.3.3 Лабораторне дослідження ефективності використання додаткової теплоізоляції

Спираючись на результати досліджень зарубіжних та вітчизняних фахівців [68 – 71], а також беручи до уваги положення нормативних документів [5, 10] було вдосконалено методику лабораторних досліджень. Фахівці Федеральної лабораторії випробувань матеріалів (м. Дюбендорф, Швейцарія) проводили експериментальне дослідження фрагменту додаткової теплоізоляції фабричного виготовлення у кліматичній камері. Спочатку було здійснено математичне моделювання шляхом тримірного розрахунку температурних полів в програмі TRISCO. Далі розрахункові показники порівняли зі значеннями температур, які зафіксували датчики встановлені в конструкцію. У випадку застосування розглянутого варіанту додаткової теплоізоляції температура в зоні теплопровідного включення підвищиться з 16,2 до 19,9 °С.

Грунтуючись на здобутках європейських науковців, нами було здійснено експериментальне дослідження власного конструктивно-технологічного рішення додаткової теплоізоляції теплопровідних включень. Побудова експериментальної установки та проведення лабораторних досліджень фрагментів конструктивних вузлів з додатковою теплоізоляцією (рис. 2.14) було здійснено на базі лабораторії Дослідницького центру якості повітряного

середовища та будівельної фізики САМВІ, Технічного будівельного університету в м. Бухарест, Румунія. З цією метою були залучені матеріально-технічні ресурси, сучасне обладнання та програмне забезпечення лабораторії.

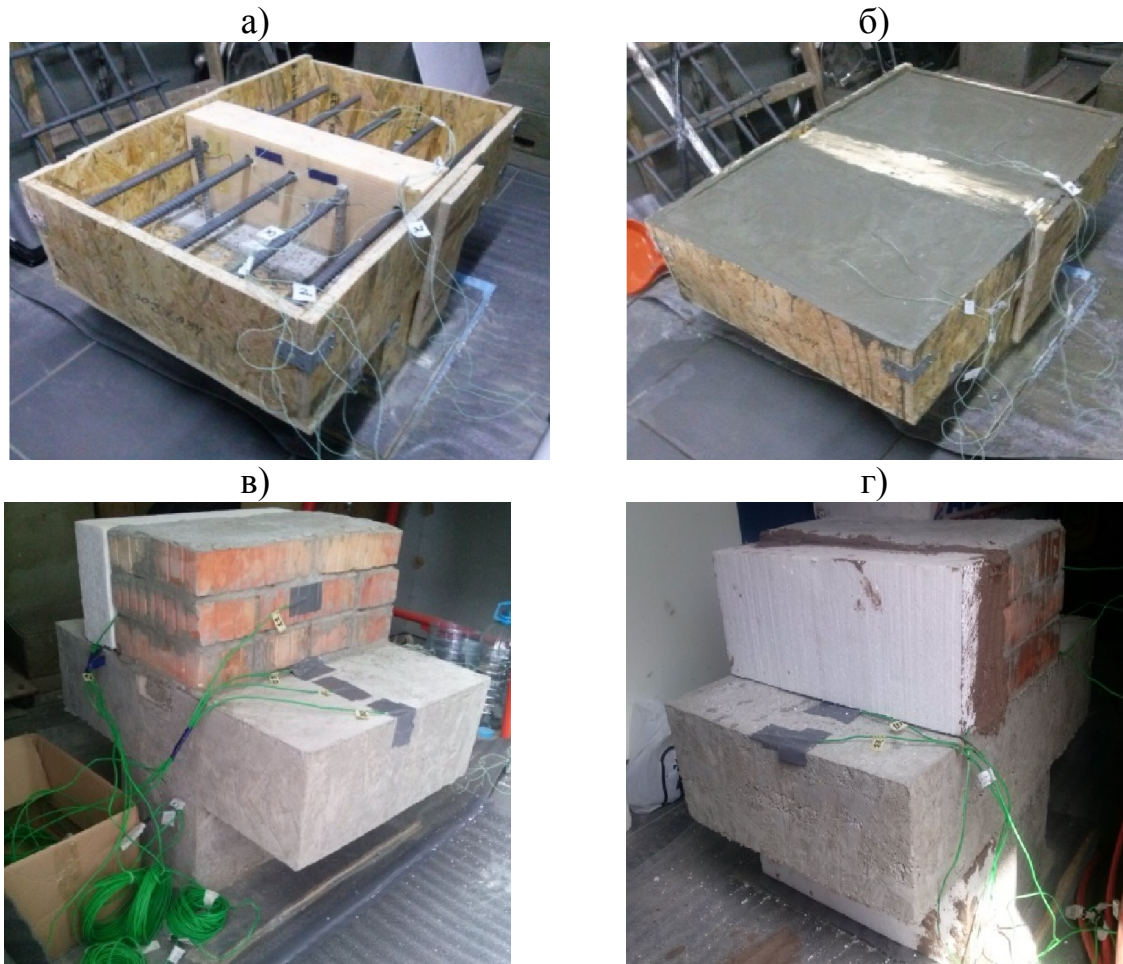


Рис. 2.15. Спорудження зразків конструктивних вузлів «балконна плита – зовнішня стіна – плита перекриття»: а) встановлення додаткової теплоізоляції та заглиблених термопар у проектне положення, б) укладка бетону в конструкцію, в) готовий експериментальний зразок з додатковою теплоізоляцією та закріплені поверхневі термопари, г) готовий експериментальний зразок монолітного з/б поєднання плити перекриття з балконом та закріплені поверхневі термопари.

Технологія влаштування зразків конструктивних вузлів являє собою наступну послідовність:

1. Встановлення опалубки для влаштування фрагментів з/б балки, плити балкону і плити перекриття;

2. Розміщення арматурних стрижнів в зоні ригеля та бетонування ригеля.

3. Розміщення арматурного каркасу плити перекриття та балконної плити. Встановлення додаткової теплоізоляції (армований теплоізоляційний блок) в проектне положення та зв'язування арматурних стрижнів додаткової теплоізоляції з арматурою плит.

4. Фіксація термопар (рис. 2.15, а) за допомогою теплопровідної пасти та стрічки на бічній поверхні теплоізоляційного блоку та в масиві конструкції за напрямом теплового потоку згідно схеми наведеної на рис. 2.13.

5. Бетонування плити перекриття та плити балкону, клас бетону В25 (рис. 2.15, б).

6. Спорудження фрагменту зовнішньої огорожувальної конструкції з цегляної кладки.

7. Влаштування фрагменту легкої штукатурної системи теплоізоляції на основі пінополістиролу (рис. 2.15 в, г).

8. Розміщення поверхневих зондів для фіксації показників температур.

Слід зазначити, що до технології влаштування зразка монолітного поєднання плити перекриття з балконом не входить етап встановлення армованого теплоізоляційного блоку (рис. 2.15 г).

Ізоляційну оболонку кліматичної камери навколо кожного зразка було виготовлено з пінополістиролу товщиною 100 мм. Розміри робочого простору склали: висота 620 мм, довжина 1000 мм, ширина 500 мм.

Таким чином було споруджено кліматичні камери навколо обох зразків: конструктивного вузла «балконна плита – зовнішня стіна – плита перекриття» з додатковою теплоізоляцією та ідентичного вузла з монолітним з/б поєднанням плити перекриття та балкону.

Загальний вигляд ізоляційної оболонки навколо зразка представлено на рис. 2.16.

а)



б)

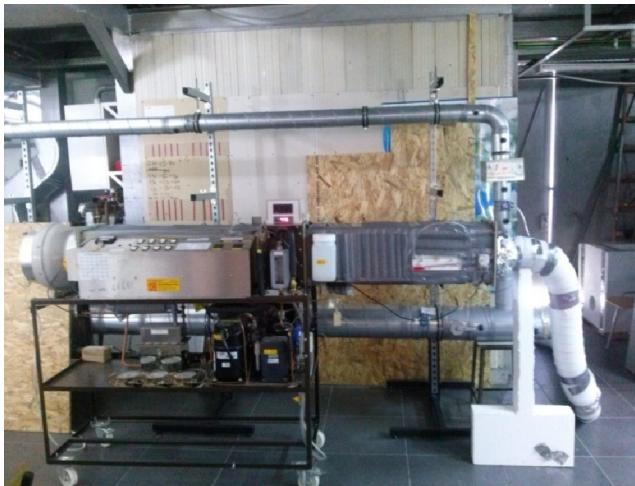


Рис. 2.16. Теплоізоляційна оболонка для підтримання необхідного температурного режиму зразків:

- а) завершальна стадія виготовлення оболонки;
- б) готова кліматична камера, що вміщує зразок.

Для моделювання кліматичних впливів було використано обладнання представлене на рис. 2.17.

а)



б)



Рис. 2.17. Підключення установки для нагнітання теплого повітря до кліматичної камери:

- а) загальний вигляд Air Conditioning Laboratory Unit A 660;
- б) система сполучення установки з кліматичною камерою.

Air Conditioning Laboratory Unit P.A. Hilton Ltd – установка для нагнітання теплого повітря в кліматичну камеру. Робочий діапазон температур апарату коливається від +15 до +65°C

Argo Dodos 9 – установка для нагнітання холодного повітря. Мінімальна температура, яку можна було створити в холодній частині кліматичної камери з боку балкону становила +11°C.

Перед зануренням в конструкцію всі датчики були відкалібровані за допомогою резервуару та обладнання для калібрування термопар LAUDA ECO Silver.

Обладнання представлено на рис. 2.18.

а)



б)



Рис.2.18. Обладнання, застосоване під час експерименту:

а) Argo Dodos 9 – установка для створення холодного середовища кліматичної камери;

б) LAUDA ECO Silver - обладнання для калібрування термопар.

Показники поверхневих датчиків та заглиблених термопар фіксувалися за допомогою супутнього обладнання – вторинного вимірювального приладу

ALMEMO 2890 – 9 та приладу National Instruments Ni cDAQ – 9178 представлених на рис. 2.19.

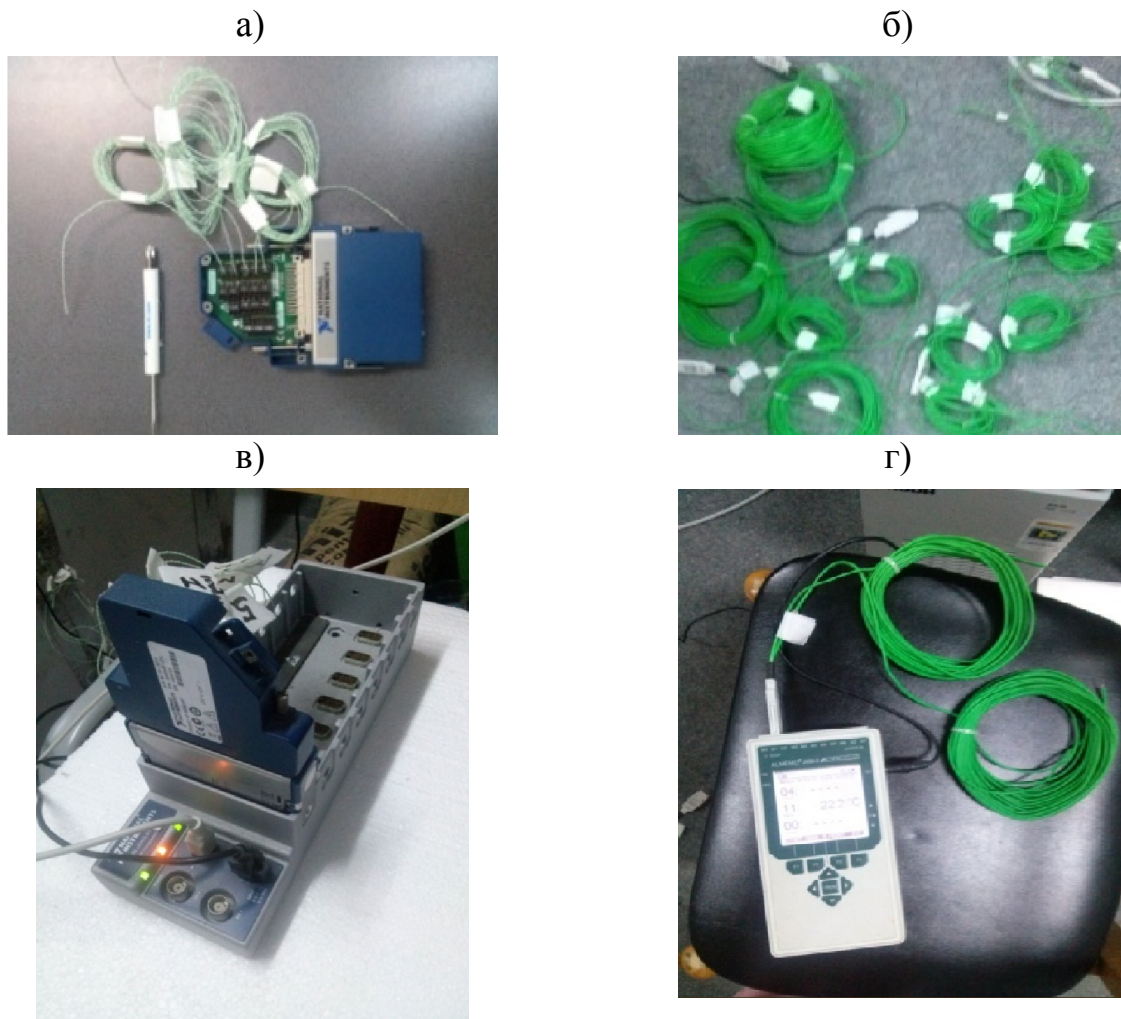


Рис. 2.19. Обладнання для фіксації температурних показників:

- а) заглиблювані термопари тип 1 (термоелектричний перетворювач);
- б) поверхневі термопари тип 2 (термоелектричний перетворювач);
- в) вторинний вимірювальний прилад National Instruments Ni cDAQ–9178;
- г) вторинний вимірювальний прилад ALMEMO 2890-9.

Програма LabVIEW Signal Express 2011 дозволила в режимі реального часу спостерігати за показниками температур термопар у графічній формі на моніторі комп'ютера.

Для досягнення стаціонарного температурного режиму виконувались наступні умови:

1. Температура середовища «холодної камери», що оточує фрагмент балкону та легку штукатурну систему зовнішньої теплоізоляції підтримувалась на рівні  $+11\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

2. Температура середовища «теплої камери», що вміщує плиту перекриття та внутрішню поверхню огорожувальної конструкції становила  $+45\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

3. Температурні показники датчиків фіксувались кожного робочого дня після 8-ми годин витримки зразків конструктивних вузлів у вищенаведених температурних умовах.

Моніторинг температурних показників здійснювався на протязі 9-ти робочих днів.

Обробка даних експерименту проводилася у середовищі електронних таблиць MS Excel, використовуючи інструмент «Описова статистика» за [77]. Результати обробки даних наведено у табл. 2.5 – 2.7. Середні значення температур, прийняті для аналізу, наведено на рис. 2.20 та на рис. 2.21 у відповідності з розміщенням кожного датчика в масиві зразка.



Таблиця 2.5

**Результати обробки лабораторних даних температур зафіксованих за допомогою заглиблених датчиків  
зразка з додатковою теплоізоляцією**

Найменування показників, одиниці виміру та формули для їх визначення	Номер датчика							
	0	1	2	3	4	5	6	7
<i>I</i>	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Кількість спостережень, шт.	9	9	9	9	9	9	9	9
2. Найменше значення спостережень, °C	41,83	38,58	34	33,95	20,82	15	11,9	20,87
3. Найбільше значення спостережень, °C	44,21	41,12	37,4	37,35	23,1	16,61	12,53	22,5
4. Середнє ( $\bar{x}$ ), °C	43,26	40,22	36,16	36,1	21,89	15,86	12,26	21,77
5. Мода, ( $M_0$ ), °C.	43,5	40	36	36	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	22
6. Медіана, ( $M_e$ ), °C	43,5	40,58	36,44	36,25	21,96	12,35	12,35	21,88

Закінчення табл. 2.5

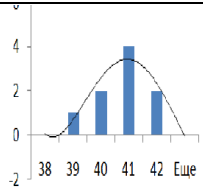
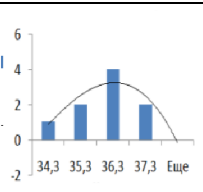
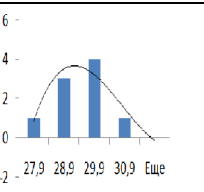
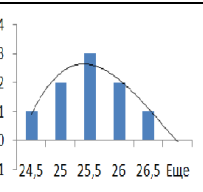
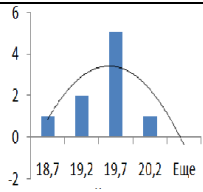
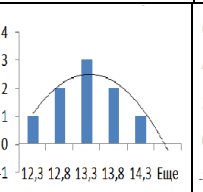
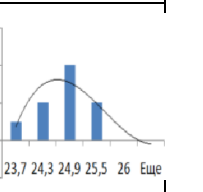
1	2	3	4	5	6	7	8	9
7. Асиметричність, $(As)/ 3\sqrt{D(A)}$	-0,57/1,9	-0,91/1,9	-1,01/1,9	-1,007/1,9	0,022/1,9	-0,03/1,9	-0,58 /1,9	-0,19/1,9
8. Екссес, $(Ek)/ 5\sqrt{D(E)}$	-0,49/4,59	-0,05/4,59	0,51/4,59	-0,66/4,59	-1,2/4,59	-0,44/4,59	-1,3/4,59	-0,77/4,59
9. Коефіцієнт варіації, $(V\delta)$ , %	1,83	2,18	3,06	3,02	3,68	3,23	1,97	2,52
10. Графічне відображення (гістограма)								
Аналіз вихідної інформації								
<p>Після перевірки та відповідних розрахунків, було встановлено, що лабораторні дані температур зафіксованих за допомогою заглиблених датчиків зразка з додатковою теплоізоляцією відповідають нормальному закону розподілу. Середнє, мода, медіана одного порядку між собою. Коефіцієнти асиметричності коливаються від 0,03 до 1,007, що менше перевірконого значення 1,9. Значення екссесу знаходяться в діапазоні від 0,05 до 1,3 &lt; 4,59. Усі коефіцієнти варіації менші припустимих 33%. Позначення моди «#н/д» – свідчить про те, що множина не містить значень, які б повторювались. Тобто, отримані експериментальні дані достовірні та можуть бути використані для подальшого аналізу ефективності використання додаткової теплоізоляції.</p>								

Таблиця 2.6

**Результати обробки лабораторних даних температур зафіксованих за допомогою заглиблених датчиків  
зразка звичайного з/б поєднання плити перекриття та балконної плити**

Найменування показників, одиниці виміру та формули для їх визначення	Номер датчика							
	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>I</i>	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Кількість спостережень, шт.	9	9	9	9	9	9	9	9
2. Найменше значення спостережень, °C	38,9	34,3	28,2	27,9	24,5	18,7	12,3	23,7
3. Найбільше значення спостережень, °C	41,8	37,2	30,8	30	26,1	20	14,1	25,2
4. Середнє ( $\bar{x}$ ), °C	40,26	35,7	29,6	28,9	25,36	19,32	13,16	24,55
5. Мода, ( $M_0$ ), °C.	40,1	35,6	29,9	29,1	25,3	19,3	#Н/Д	24,7
6. Медіана, ( $M_e$ ), °C	40,1	35,6	29,7	29,1	25,3	19,3	13,1	24,7

Закінчення табл. 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7. Асиметричність, $(As)/ 3\sqrt{D(A)}$	0,23/1,9	0,24/1,9	-0,14/1,9	-0,06/1,9	-0,17/1,9	-0,05/1,9	0,29 /1,9	-0,56/1,9
8. Екссес, $(Ek)/ 5\sqrt{D(E)}$	-0,45/4,59	-0,18/4,59	-0,55/4,59	-0,67/4,59	-0,73/4,59	-0,24/4,59	-0,23/4,59	-0,68/4,59
9. Коефіцієнт варіації, $(V\delta)$ , %	2,3	2,55	2,77	2,34	2,06	2,11	4,23	2,11
10. Графічне відображення (гістограма)								
Аналіз вихідної інформації								
<p>Після перевірки та відповідних розрахунків, було встановлено, що лабораторні дані температур зафіксованих за допомогою заглиблених датчиків зразка звичайного з/б поєднання відповідають нормальному закону розподілу. Середнє, мода, медіана одного порядку між собою. Коефіцієнти асиметричності коливаються від 0,05 до 0,56, що менше перевірного значення 1,9. Значення екссесу знаходяться в діапазоні від 0,18 до 0,73 &lt; 4,59. Усі коефіцієнти варіації менші припустимих 33%. Позначення моди «#н/д» – свідчить про те, що множина не містить значень, які б повторювались. Тобто, отримані експериментальні дані достовірні та можуть бути використані для подальшого аналізу ефективності використання додаткової теплоізоляції.</p>								

Таблиця 2.7

**Результати обробки лабораторних даних температур зафіксованих за допомогою поверхневих датчиків  
зразка звичайного з/б поєднання плити перекриття та балконної плити**

Найменування показників, одиниці виміру та формули для їх визначення	Номер датчика							
	00	10	01	11	02	12	03	13
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Кількість спостережень, шт.	9	9	9	9	9	9	9	9
2. Найменше значення спостережень, °C	40,5	38	35	36	16	10	9,5	18,5
3. Найбільше значення спостережень, °C	43,8	41,5	36,8	37,8	18,7	12,4	12,1	22,4
4. Середнє ( $\bar{x}$ ), °C	42	39,9	35,9	37,07	17,22	11,3	10,9	20,2
5. Мода, ( $M_0$ ), °C.	42,5	40	36	37,8	17,2	11,5	11,3	20,5
6. Медіана, ( $M_e$ ), °C	42,5	40	36	37,3	17,2	11,5	11	20,2

Закінчення табл. 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7. Асиметричність, $(As)/ 3\sqrt{D(A)}$	0,003/1,9	-0,31/1,9	0,16/1,9	-0,56/1,9	0,44/1,9	-0,32/1,9	-0,36 /1,9	0,48/1,9
8. Екссес, $(Ek)/ 5\sqrt{D(E)}$	-0,26/4,59	-0,86/4,59	-0,24/4,59	-1,02/4,59	-1,32/4,59	-0,62/4,59	-0,66/4,59	-0,18/4,59
9. Коефіцієнт варіації, $(V\delta)$ , %	2,5	2,91	1,53	1,78	5,69	6,8	8,01	6,2
10. Графічне відображення (гістограма)								
Аналіз вихідної інформації								
<p>Після перевірки та відповідних розрахунків, було встановлено, що лабораторні дані температур зафіксованих за допомогою заглиблених датчиків зразка звичайного з/б поєднання відповідають нормальному закону розподілу. Середнє, мода, медіана одного порядку між собою. Коефіцієнти асиметричності коливаються від 0,097 до 0,56, що менше перевірного значення 1,9. Значення екссесу знаходяться в діапазоні від 1,02 до 1,51 &lt; 4,59. Усі коефіцієнти варіації менші припустимих 33%. Тобто, отримані експериментальні дані достовірні та можуть бути використані для подальшого аналізу ефективності використання додаткової теплоізоляції. Середні значення температур зображено на рис. 2.19 та рис. 2.20.</p>								

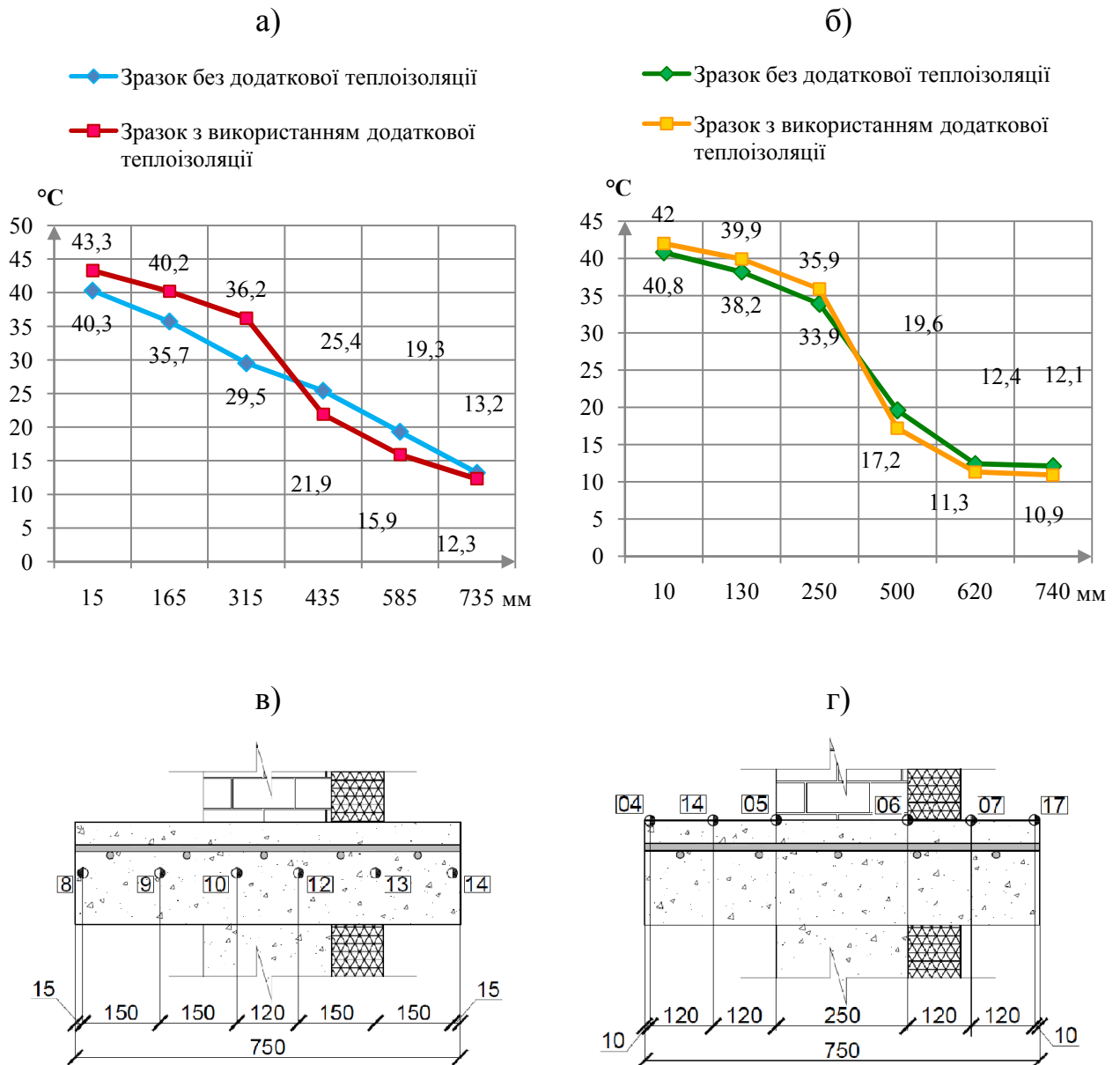


Рис. 2.20. Аналіз температурних показників датчиків:

- а) розподіл внутрішніх температур для досліджуваних зразків, показники занурених термопар тип 1;
- б) розподіл поверхневих температур для досліджуваних зразків, показники поверхневих термопар тип 2;
- в) ескіз конструктивного вузла з/б сполучення плити балкону та плити перекриття та розташування занурених термопар тип 1;
- г) ескіз конструктивного вузла з додатковою теплоізоляцією та розташування занурених термопар тип 1.

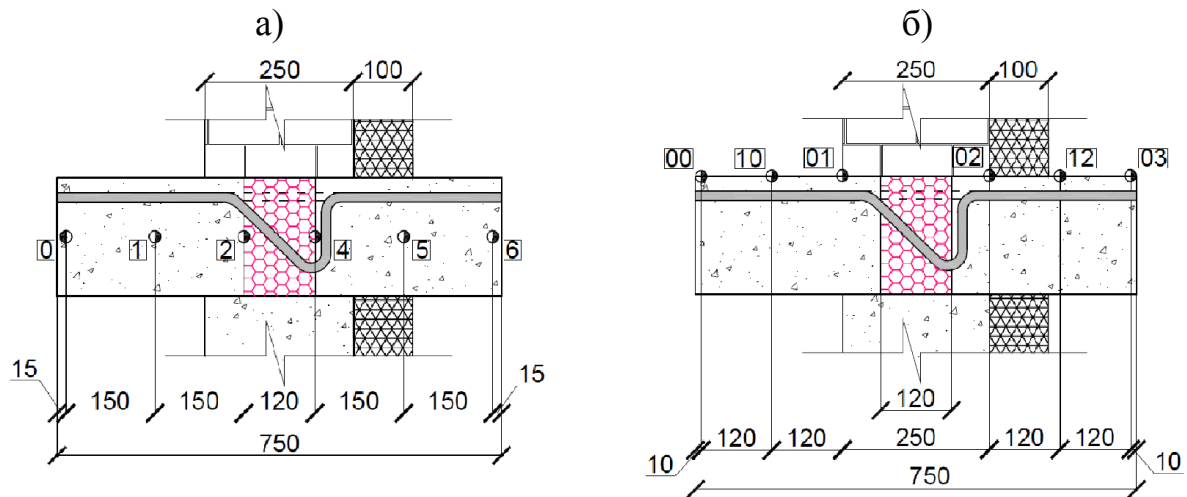


Рис. 2.21. Аналіз температурних показників датчиків:

а) ескіз конструктивного вузла з/б сполучення плити балкону та плити перекриття та розташування поверхневих термопар тип 2;

б) ескіз конструктивного вузла з додатковою теплоізоляцією та розташування поверхневих термопар тип 2.

В результаті експериментальних досліджень було встановлено, що у випадку влаштування додаткової теплоізоляції температура в зоні теплопровідного включення з внутрішнього боку (тепле середовище) вища в середньому на  $6,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  (показники занурених датчиків «10» і «2» на рис. 2.20 та на рис. 2.21). У випадку влаштування додаткової теплоізоляції температура в зоні теплопровідного включення із зовнішнього боку виявилась нижчою на  $3,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Результати експерименту доводять, що тепловитрати скорочуються у разі застосування додаткової теплоізоляції, що свідчить про ефективність розроблюваного конструктивно-технологічного рішення.

## Висновки по розділу 2

1. Представлено визначення поняття «додаткова теплоізоляція», що дало змогу сформулювати організаційні та технологічні умови влаштування



енергозберігаючого конструктивного вузла «балконна плита – плита перекриття» з використанням армованих теплоізоляційних елементів.

2. Виконано дослідження температурних та вологісних параметрів експлуатації розроблюваного конструктивного рішення з утеплення балконів. Виявлено відповідність розробки нормативним вимогам України в галузі будівництва. Застосування додаткової теплоізоляції призводить до скорочення тепловитрат спричинених теплопровідними включеннями на приблизно 89%. При цьому температура в зоні теплопровідного включення підвищується з  $\tau'_в = 9,33$  °C до 18,53 °C, що створює комфортні умови у житловому приміщенні відповідно до чинних норм. Накопичення вологи в шарах конструкції не перевищує нормативного значення – 2,5%.

3. Представлено алгоритм розрахунку економії тепловитрат в опалювальний сезон в разі влаштування додаткової теплоізоляції. Цей параметр надалі був використаний для встановлення статистичних взаємозалежностей з техніко-економічними показниками влаштування додаткової теплоізоляції (підрозділ 3.5).

4. Наведено методику, умови, обладнання та результати проведення експериментальних досліджень фрагменту додаткової теплоізоляції балконної плити. Експеримент було здійснено з метою виявлення енергозберігаючого ефекту додаткової теплоізоляції у порівнянні з монолітним залізобетонним поєднанням плити перекриття та балкону. В результаті було встановлено, що у випадку влаштування додаткової теплоізоляції температура в зоні теплопровідного включення з внутрішнього боку (тепле середовище) вища в середньому на 6,7 °C (показники занурених датчиків «10» і «2» на рис. 2.20 та на рис. 2.21). Результати опубліковані у роботах [78 – 82].

**РОЗДІЛ 3**  
**ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТРИВАЛОСТІ,**  
**ТРУДОМІСТКОСТІ ТА ВАРТОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ**  
**ВЛАШТУВАННЯ ДОДАТКОВОЇ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ БАЛКОНІВ**  
**ОБ'ЄКТІВ ЖИТЛОВОГО БУДІВНИЦТВА**

У зв'язку з відсутністю норм витрат праці на влаштування запропонованих технічних рішень у вітчизняних нормативних документах в галузі будівництва [114 – 115, 117] з'явилась необхідність проведення хронометражних досліджень виробничих процесів влаштування промислових зразків додаткової теплоізоляції балконів в умовах будівництва. Отримані дані дозволили нам розрахувати питомі витрати часу, які були використані задля оцінки ефективності технологічних процесів влаштування додаткової теплоізоляції за критеріями зниження трудомісткості та вартості у порівнянні з улаштуванням зовнішньої теплоізоляції балконів.

Основні положення щодо проведення хронометражних досліджень та обробки результатів викладені в дисертаційній роботі к.т.н. Капшук О. А. [83] та в першоджерелах [84 – 91].

3. 1. Об'єкт дослідження, методика отримання та обробки результатів спостережень виробничих процесів влаштування додаткової теплоізоляції в умовах будівництва

Як зазначено в книзі «Нормирование труда рабочих в строительстве» [84], відповідно до ГОСТ 19605 – 74 [85] нормування праці – це встановлення міри витрат праці на виготовлення одиниці продукції в одиницю часу, виконання заданого обсягу робіт або обслуговування засобів виробництва в певних організаційно-технічних умовах.

Застосування науково обґрунтованих норм праці дозволяє об'єктивно встановлювати календарні терміни будівництва і завершення окремих його етапів, правильно визначати потребу в трудових, матеріально-технічних і фінансових ресурсах, забезпечувати науково обґрунтоване ціноутворення.

Хронометраж – це вид спостережень, який застосовується для суцільних або вибіркового замірів витрат часу при вивченні короткочасних елементів або циклічних процесів з точністю обліку часу від 0,2 до 1 с.

Хронометраж має два різновиди: з безперервним записом часу і вибірково. Скорочено їх прийнято називати безперервний або вибірково хронометраж.

При безперервному хронометражі дослідник фіксує поточний час в момент початку операції в тій послідовності, в якій вони повторюються в досліджуваному процесі, робить помітки про кількість виконаної продукції та про зміну факторів впродовж всієї робочої зміни. Безперервний хронометраж використовується для вивчення будівельних процесів, що виконуються не більше ніж одним робітником і однією машиною або двома робітниками.

При вибірково хронометражі дослідник фіксує не поточний час, а тривалість окремих операцій в зручній для нього послідовності, тобто не обов'язково в тій, в якій вони відбуваються в досліджуваному процесі.

Фотооблік – це вид нормативних спостережень, застосований для суцільних замірів (за поточним часом) всіх видів витрат часу при здійсненні будівельних і монтажних процесів з точністю обліку часу від 5 до 60 с.

Об'єктом нашого дослідження є будівельно–монтажний процес влаштування додаткової теплоізоляції.

При цьому задовольнялися такі вимоги:

- обраний у якості об'єкта дослідження процес відповідав сучасному організаційно – технічному рівню виробництва робіт і вимогам охорони праці;
- обраний процес виконувався безперебійно не менше однієї зміни;
- виконувана продукція за елементами процесу і в цілому по процесу піддавалась систематичному обліку і контролю;

– основні фактори впливу виміряні і зафіксовані в результатах спостереження.

Вибір виду нормативних спостережень здійснювався виходячи з особливостей технології нормованого процесу.

Тривалість одного нормативного спостереження, проведеного фотообліком, дорівнювалась тривалості зміни. Тривалість одного хронометражного спостереження дорівнює сумарній тривалості усіх циклів елементів. Перед проведенням нормативних спостережень будівельно-монтажний процес влаштування додаткової теплоізоляції розділявся на елементи в технологічній послідовності їх виконання. При складанні номенклатури елементів процесу визначались фіксажні точки, одиниці первинної продукції елементів і одиниці закінченої продукції досліджуваного процесу [86].

Для зручності проведення дослідження і подальшої обробки отриманих матеріалів спостереження проводилися окремо по кожній обраній одиниці продукції.

У процесі нормативного спостереження здійснювались заміри витрат часу, будівельної продукції та опис факторів впливу. Спостерігач включав секундомір у момент початку досліджуваного елемента і стежив за ходом його виконання. У момент закінчення виконання елемента він зупиняє секундомір і записує його свідчення (тривалість елемента), пропускаючи один або кілька елементів процесу, виконуваних під час запису часу досліджуваного елемента.

Потім, дочекавшись появи чергової фіксажної точки, робився відлік часу й запис тривалості наступного елемента. У вибіркового хронометражі особливо велике значення має правильність вибору фіксажних точок, що розмежовують циклічні елементи таким чином, що фіксажна точка кінця одного елемента завжди є фіксажною точкою початку наступного елемента незалежно від того, в якій послідовності ведеться запис часу.

Первинна обробка матеріалів кожного нормативного спостереження складається з наступних етапів:

- перевірка записів і підрахунок витрат праці (часу) робітників;
- підрахунок середніх арифметичних значень витрат праці (часу) або кількості первинної продукції.

Спочатку необхідно підрахувати тривалість кожного запису часу. Виконується це послідовно шляхом віднімання з показника кожного запису поточного часу подальшого елемента відповідного показника поточного часу попереднього елемента.

Тривалість виконання першого (по порядку запису) елемента визначають відніманням часу початку спостереження з поточного часу закінчення цього елемента. Після підрахунку тривалості всіх елементів підсумовують тривалість по кожному з елементів процесу. Для перевірки правильності всіх виконаних підрахунків отримані суми витрат праці (часу) по кожному елементу підсумовують. Цей підсумок повинен дорівнювати тривалості спостереження, помноженої на кількість виконавців робочого процесу.

На будівництві житлового комплексу «Vernescu Residence» у м. Бухарест (Румунія) були виконані хронометражні спостереження влаштування додаткової теплоізоляції фірми виробника Schoeck Isocorb (рис. 3.1).

Обробка даних експерименту проводиться у середовищі електронних таблиць MS Excel.

Статистична обробка результатів експерименту дає можливість оцінити загальну мінливість досліджуваної випадкової величини без урахування впливу на її середнє значення інших факторів [92].

При вивченні даних експериментів часто виникає емпіричний розподіл, який хоча і не відповідає суворо нормальному закону, але має з ним схожість, обумовлену тим, що крайні значення (близькі до  $x_{\max}$  і  $x_{\min}$ ) зустрічаються набагато рідше, ніж серединні. Тому порівняння емпіричного розподілу з нормальним важливо для з'ясування ступеня і характеру розбіжності між ними [77]. Нормальний закон розподілу займає центральне місце в теорії

ймовірностей. Це обумовлено тим, що цей закон проявляється у всіх випадках, коли випадкова величина є результатом дії великої кількості різних факторів.

Існує декілька способів перевірки відповідності даних нормальному закону розподілу – це графічний та за допомогою аналітичних функцій, таких як середнє арифметичне, мода, медіана, асиметрія, ексцес, коефіцієнт варіації. Будуючи графік розподілу, насамперед, намагаються з'ясувати, наскільки сильно порушено припущення про нормальність. Можливість віднесення кривої розподілу емпіричних даних до типу кривих нормального розподілу встановлюється шляхом аналізу форми гістограми ряду розподілу з урахуванням оцінок особливостей показників. При аналізі гістограми, перш за все, слід звернути увагу на кількість вершин. Якщо графік має одну вершину, є підстави припускати, що вибірка є однорідною за цією ознакою.

Встановивши по виду діаграми однорідність сукупності, для подальшого аналізу розподілу використовуються описові параметри вибірки – показники центру розподілу: середнє, мода, медіана ( $\bar{x}$ ,  $M_0$ ,  $M_e$ ), коефіцієнт варіації ( $V\delta$ ), особливостей форми розподілу коефіцієнти асиметрії і ексцесу ( $A_s$ ,  $E_k$ ), що дозволяють оцінити близькість емпіричних даних до нормального закону.

Нормальний розподіл є симетричним, і для нього виконуються співвідношення:

$$\begin{aligned}x &= M_0 = M_e, \\A_s &= 0, \\E_k &= 0.\end{aligned}\tag{3.1}$$

Перевіряючи відповідність даних нормальному закону розподілу за допомогою статистичних функцій, необхідно враховувати всі особливості їх розрахунку. Використовуючи інструмент «Описова статистика» пакету аналізу MS Excel слід знати, що в якості оцінок ексцесу і асиметричності видаються значення параметрів для генеральної сукупності, а не для вибіркової [77]. Тому, для оперування цими функціями при перевірці

нормальності розподілу потрібні додаткові розрахунки для переведення їх в коефіцієнти відповідно.

При відповідності нормальному закону розподілу функції середнє арифметичне ( $\tilde{x}$ ), моду ( $M_0$ ), медіану ( $M_e$ ) повинні бути рівні між собою або мати однаковий порядок числових значень [92].

Наступні функції нормального закону розподілу це асиметрія та ексцес. Асиметрія – це показник, що відображає ступінь несиметричності кривої диференціальної функції експериментального розподілу в порівнянні з диференціальною функцією нормального розподілу.

Ексцес – показник, що відображає витягнутість (піднесення) кривої диференціальної функції експериментального розподілу в порівнянні з диференціальною функцією нормального розподілу [93].

Для перевірки відповідності вище перерахованих функцій використовують наведені формули А і Е. Їх дисперсії відповідно рівні:

$$D(A) = \frac{6(n-1)}{(n+1)(n+3)}, \quad (3.2)$$

$$D(E) = \frac{24(n-2)(n-3)n}{(n-1)^2(n+3)(n+5)}, \quad (3.3)$$

де  $n$  – число одиниць сукупності.

Якщо  $|E| \leq 5\sqrt{D(E)}$  та  $|A| < 3\sqrt{D(A)}$  то розподіл вважають нормальним. В іншому випадку гіпотезу про нормальний розподіл відкидають.

Так само перевірку асиметричності нормальному закону розподілу можна виконати за допомогою коефіцієнта Пірсона ( $A_{sn}$ ), котрий обчислюється за формулою:

$$A_{sn} = \frac{\tilde{x} - M_0}{\sigma}, \quad (3.4)$$

де  $\bar{x}$  – середнє арифметичне;

$M_e$  – мода;

$\sigma$  – середнє квадратичне (стандартне відхилення)

Чим більше величина  $As$ , тим асиметричніший розподіл. Встановлено наступні межі асиметричності:

- $As \leq 0,25$  – асиметрія незначна;
- $0,25 < As \leq 0,5$  – асиметрія помітна (помірна),
- $As > 0,5$  – асиметрія істотна.

Для нормального розподілу характерні незначні та помірні асиметрії.

Наступним показником перевірки нормальності розподілу є коефіцієнт варіації, котрий обчислюється за формулою:

$$V_\delta = \frac{\sigma}{\bar{x}} 100\% \quad (3.5)$$

де  $\sigma$  – середнє квадратичне;

$\bar{x}$  – середнє арифметичне.

Прийнята наступна оціночна шкала ознаки:

- $0\% < V_\delta \leq 40\%$  – коливання незначне;
- $40\% < V_\delta \leq 60\%$  – коливання середнє (помірне);
- $V_\delta > 60\%$  – коливання значне.

Для нормальних розподілів показник  $V_\delta$  служить індикатором однорідності сукупності та прийнято вважати, що при здійсненості нерівності  $V_\delta \leq 40\%$  сукупність є кількісно однорідною за цією ознакою.

Після перелічення ознак відповідності нормальному закону розподілу значень, всі розраховані дані по експерименту зводяться у таблиці, для полегшення порівняння їх у відповідності до нормального закону. Усі розрахунки виконувались у середовищі електронних таблиць MS Excel та представлені для розгляду у таблиці 3.1 наступного підрозділу.



### 3.2 Параметри тривалості робіт з улаштування додаткової теплоізоляції

Натурний експеримент був виконаний в період з 4 березня по 28 травня 2015 року при будівництві житлового комплексу «Vernescu Residence» у місті Бухарест (рис. 3.1). Виконували процес хронометрування науковий керівник дисертаційної роботи Дікарев К. Б. та автор Кузьменко О. М. Хронометраж виконувався при влаштуванні додаткової теплоізоляції балконів другого, третього, четвертого і п'ятого поверхів будівлі.



Рис. 3.1. Будівництво житлового комплексу «Vernescu Residence» у м. Бухарест (Румунія)

Головний вимірник процесу хронометрування – 1 метр погонний (м.п.) додаткової теплоізоляції.

Перед початком влаштування додаткової теплоізоляції виконані наступні роботи:

- встановлено опалубку та арматурні каркаси плити перекриття;
- встановлено опалубку та арматурні каркаси балконної плити.

Після встановлення арматурних каркасів і їх перевірки на відповідність робочим кресленням проекту, розпочинають влаштування додаткової теплоізоляції. Підготовлені пакети додаткової теплоізоляції за допомогою крану переміщують до місця монтажу.

Технологія влаштування додаткової теплоізоляції (рис. 3.2):

- опускають пакет додаткової теплоізоляції в зону влаштування;
- розміщують фрагменти ізоляції в зоні монтажу;
- встановлюють блоки додаткової теплоізоляції у проектне положення;
- вивіряють положення фрагментів додаткової теплоізоляції та зв'язують її арматурні стрижні з арматурою балкону та плити перекриття;
- рівномірно укладають суміш бетону в опалубку плити перекриття і балконної плити і ущільнюють суміш у конструкціях.



Рис. 3.2. Влаштування додаткової теплоізоляції житлового комплексу «Vernescu Residence» у м. Бухарест (Румунія)

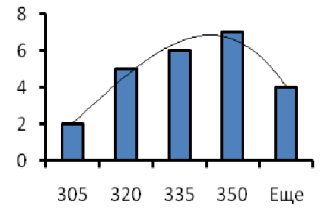
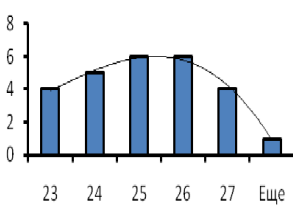
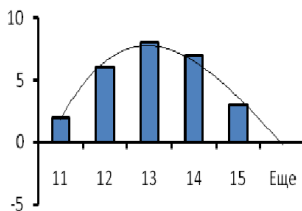
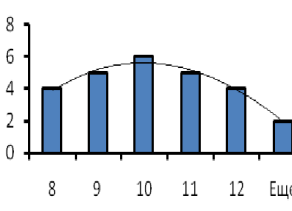
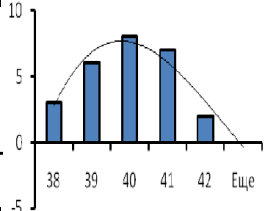
Таблиця 3.1

## Результати обробки хронометражних спостережень при влаштування додаткової теплоізоляції (д.т.і.) фірми

## Schoeck Isocorb

Найменування показників та технологічних операцій					
Найменування показників, одиниці виміру та формули для їх визначення	технологічні операції				
	Подача пакету додаткової теплоізоляції краном	Перенесення фрагментів додаткової теплоізоляції до місця монтажу	Встановлення у проектне положення та стикування блоків д.т.і.	Вивірення положення блоків додаткової теплоізоляції	Зв'язування арматурних стрижнів д.т.і. та арматури конструкцій
1	2	3	4	5	6
1. Кількість спостережень, шт.	24	26	26	26	26
2. Найменше значення спостережень, с	305	23	11	8	38
3. Найбільше значення спостережень, с	365	28	15	13	42
4. Середнє ( $\bar{x}$ ), с	335	25,15	13,12	10,23	39,96
5. Мода, ( $M_0$ ), с	335	25	13	10	40
6. Медіана, ( $M_e$ ), с	335	25	13	10	40
7. Асиметричність, ( $As$ )/ $3\sqrt{D(A)}$	-0,04/1,36	0,06/1,31	-0,07/1,31	0,16/1,31	-0,09/1,31
8. Експес, ( $Ek$ )/ $5\sqrt{D(E)}$	-1/4	-0,87/3,91	-0,67/3,91	-0,91/3,91	-0,7/3,91
9. Коефіцієнт варіації, ( $V\delta$ ), %	5,53	5,7	8,71	14,97	2,87

Закінчення таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6
10. Коефіцієнт Пірсона, ( $A_{sn}$ )	-0,004	0,11	0,10	0,15	-0,03
11. Графічне відображення (гістограма)					
Аналіз вихідної інформації					
<p>Після перевірки та відповідних розрахунків, було встановлено, що дані обробки результатів хронометражних спостережень по всім різновидам робіт відповідають нормальному закону розподілу. Середнє, мода, медіана одного порядку між собою. Коефіцієнти асиметричності коливаються від 0,04 до 0,16, що менше перевірочних значень 1,31 та 1,36. Межі значень ексцесу набувають значення від 0,67 до <math>1 &lt; 3,91</math> та 4. Коефіцієнти Пірсона свідчать про те, що асиметричність незначна. Усі коефіцієнти варіації менші припустимих 33%. Тобто, отримані дані хронометражних спостережень достовірні та можуть бути використані в подальшій обробці й прогнозуванні техніко–економічних показників технології влаштування додаткової теплоізоляції.</p>					

### 3.3 Розрахунок норм часу на влаштування додаткової теплоізоляції балконів

У відповідності зі структурою елементів нормованих витрат числова характеристика норм витрат праці  $H_{en}$  (або часу  $H_q$ ) на одиницю закінченої продукції складається з наступних елементів:

$$H_{вп} = t_{пз} + t_{оп} + t_{відп} + t_{пт}; \quad (3.6)$$

де  $t_{пз}$  – витрати праці на підготовчо-завершальну роботу на одиницю закінченої продукції, люд.-год;

$t_{оп}$  – витрати праці на оперативну роботу на одиницю закінченої продукції, люд.-год;

$t_{відп}$  – витрати робочого часу на відпочинок і особисті потреби робітників на одиницю закінченої продукції, люд.-год;

$t_{пт}$  – витрати робочого часу на технологічні перерви, що не можна усунути, на одиницю закінченої продукції, люд.-год.

Проектування витрат праці на елементи оперативної роботи здійснюється по кожному з них в наступному порядку.

Вихідними даними для розрахунку норм часу ( $H_q$ ) стали:

1. Перелік операцій, що виконуються для влаштування додаткової теплоізоляції ( $N$ );
2. Час хронометражних вимірів по кожній операції ( $t_{хрон}$ );
3. Склад виконавців кожної операції за розрядами робіт ( $n$ );
4. Обсяг виконаної продукції ( $V_{прод}$ ).

Головним вимірником процесу є 1 м.п.

Для кожного елемента процесу, який розраховується, обчислюємо витрати праці в одиницях вимірювання люд.-хв або маш.-хв у відповідності до методики [84].

Витрати праці для елемента роботи «перенесення фрагментів додаткової теплоізоляції до місця монтажу» з урахуванням кількості виконавців:

$$T_{p_{\text{люд-хв}}} = t_{\text{хрон}} \cdot n, \quad (3.7)$$

де  $T_{p_{\text{люд-хв}}}$  – витрати праці, в люд.-хв;

$t_{\text{хрон}}$  – час хронометражних вимірів, хв;

$n$  – кількість робітників, що виконують дану операцію.

$$T_{p_{\text{люд-хв}}} = 0,42 \cdot 1 = 0,42 \text{ люд.-хв.}$$

З даних первинної обробки нормативних спостережень виписують отримані значення натуральної обробки або числа циклів за 60 люд.-хв.

Розраховується кількість продукції, яка виконується з витратами праці на 60 люд.-хв. ( $Pr^{60}$ ):

$$Pr^{60} = \frac{V_{\text{прод}} \cdot t_{60}}{T_{p_{\text{люд-хв}}}}, \quad (3.8)$$

де  $Pr^{60}$  – кількість продукції, що припадає на 60 люд.-хв;

$V_{\text{прод}}$  – обсяг виконаної продукції, 1 м.п.;

$t_{60}$  – витрати праці, рівні 60 люд.-хв;

$T_{p_{\text{люд-хв}}}$  – витрати праці, в люд.-хв.

$$Pr^{60} = \frac{1 \cdot 60}{0,42} = 143 \text{ м.п.}$$

Розрахунок витрат праці на 1 м.п ( $B_{np}^{1.m.n.}$ ):

$$B_{np}^{1.m.n.} = \frac{t_{60}}{Pr^{60}}, \quad (3.9)$$

де  $B_{np}^{1.m.n.}$  – витрати праці на 1 м.п.;

$t_{60}$  – витрати праці, рівні 60 люд.-хв;

$Pr^{60}$  – кількість продукції, що припадає на 60 люд.-хв.

$$B_{np}^{1.m.n.} = \frac{60}{143} = 0,42.$$

Синтез витрат праці за елементами оперативної роботи ( $B^{взм}$ ):

$$B^{взм} = \kappa \cdot B_{np}^{1.m.n.}, \quad (3.10)$$

де  $B^{взм}$  – витрати праці за синтезом оперативної роботи;

$\kappa$  – коефіцієнт переходу на головний вимірювач процесу (дорівнює 1, так як одиниці виміру збігаються);

$B_{np}^{1.m.n.}$  – витрати праці на 1 м.п.

$$B^{взм} = 1 \cdot 0,42 = 0,42.$$

Витрати праці на одиницю закінченої продукції процесу по кожному елементу визначають множенням гармонійних середніх значень витрат праці за елементами на відповідні їм коефіцієнти переходу.

Далі здійснено підсумок витрат праці за всіма операціями, що належали хронометруванню:

$$B^{сум} = \sum_1^N B^{взм}, \quad (3.11)$$

Витрати робочого часу на підготовчо-завершальну роботу, що включаються в норму витрат праці визначаються за нормативами [84]. Ці нормативи сумарно враховують витрати робочого часу на підготовчо-

завершальну роботу «на зміну» і «на завдання» і виражені у відсотках до нормованих витрат часу [94].

Витрати робочого часу на відпочинок і особисті потреби робітників, що включаються в числову характеристику норм витрат праці, визначають за нормативами зазначеними відповідно до збірки «Нормирование труда рабочих в строительстве» [87].

Витрати робочого часу на технологічні перерви представляють собою частину регламентованих перерв, що виникають у окремих робочих ланки при виробництві будівельно – монтажних процесів в умовах правильної їх організації та обліковуються у складі нормованих витрат при проектуванні норм.

Витрати робочого часу на технологічні перерви розраховуються шляхом вирахування з тривалості робочого періоду витрат робочого часу на оперативну роботу даного виконавця.

Частка технологічних перерв визначається по кожному виконавцю у відсотках шляхом ділення витрат робочого часу на технологічні перерви в абсолютному вираженні на тривалість робочого періоду або циклу, а в середньому по всім виконавцям – шляхом розподілу сумарних витрат робочого часу на технологічні перерви в абсолютному вираженні на сумарну трудомісткість робочого періоду з урахуванням технологічних перерв з подальшим множенням отриманого результату на 100%. Частка витрат робочого часу на оперативну роботу визначається шляхом вирахування з 100% частки технологічних перерв.

На даному етапі, для зменшення витрат часу на кожен розрахунок був розроблений автоматизований алгоритм у середовищі електронних таблиць MS Excel, всі елементи витрат зведені в таблиці з уже готовими результатами підрахунків (таблиці 3.2 – 3.3).



**Підрахунок затрат праці із урахуванням кількості робітників при  
влаштуванні додаткової теплоізоляції**

№	Найменування елементів, процесу що нормується	Тривалість, с	Затрати праці, люд.-хв	Кількість виконаної продукції, м.п.	Кількість виконавців
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
1	Подача пакету (12 блоків) додаткової теплоізоляції краном	335	5,58	12	1
2	Перенесення фрагментів додаткової теплоізоляції до місця монтажу	25	0,42	1	1
3	Встановлення у проектне положення та стикування блоків д.т.і.	13	0,22	1	1
4	Вивірення положення блоків додаткової теплоізоляції	10	0,17	1	1
5	Зв'язування арматурних стрижнів додаткової теплоізоляції та арматури конструкцій	40	0,67	1	1

Таблиця 3.3

**Розрахунок витрат праці на головний вимірювач процесу при  
влаштування додаткової теплоізоляції, люд.-хв (маш.-хв)**

	Елемент 1	Елемент 2	Елемент 3	Елемент 4	Елемент 5
Найменування	Подача пакету додаткової теплоізоляції краном	Перенесення фрагментів додаткової теплоізоляції до місця монтажу	Встановлення у проектне положення та стикування блоків д.т.і.	Вивірення положення блоків додаткової теплоізоляції	Зв'язування арматурних стрижнів д.т.і. та арматури констр-й
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Вимірювач елемента, 1 м.п. д.т.і.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Витрати праці, люд.- хв	5,58	0,42	0,22	0,17	0,67
Обсяг виконаної продукції, м.п.	12	1	1	1	1

## Закінчення табл. 3.3

1	2	3	4	5	6
Кількість продукції, що припадає на 60 люд.-хв	129	144	277	360	90
Витрати праці на 1м.п. д.т.і., люд.-хв	0,47	0,42	0,22	0,17	0,66
Коефіцієнт переходу до головного вимірювача	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Витрати праці на головний вимірювач процесу, люд.-хв (маш.-хв)	0,47	0,42	0,22	0,17	0,66

Робимо підсумок витрат праці для ручних та механізованих процесів та в сумі отримуємо 1,47 люд.-хв та 0,47 маш.-хв

Далі наведено розрахунок числових характеристик норм витрат праці.

Повна величина норм витрат праці ( $H_{витр}$ ) дорівнює:

$$H_{витр} = \frac{B^{сум} \cdot 100}{(100 - (B_{інд.пот} + B_{п.з.})) \cdot 60}, \quad (3.12)$$

де  $H_{витр}$  – повна величина норм витрат праці, люд.-год ( маш.-год);

$B^{сум}$  – підсумок витрат праці за всіма операціями;

$B_{інд.пот}$  – затрати, що відводяться на індивідуальні потреби (20% від загального часу роботи);

$B_{п.з.}$  – затрати, що відводяться на підготовчо-заклучні роботи (5% від загального часу роботи);

$$H_{витр} = \frac{1,47 \cdot 100}{(100 - (20 + 5)) \cdot 60} = 0,0326.$$

Перехід до прийнятого вимірника 100 м.п. додаткової теплоізоляції в ділі:

$$H_q = H_{\text{випр}} \cdot V_{\text{д.м.і.}}^{100\text{м.п.}}, \quad (3.13)$$

де  $H_q$  – загально прийнята норма часу у нормативних документах (ДСТУ) , люд.-год ( маш.-год);

$H_{\text{випр}}$  – повна величина норм витрат праці, люд.-год ( маш.-год);

$V_{\text{д.м.і.}}^{100\text{м.п.}}$  – кількість блоків, що необхідна для влаштування 100 м.п. додаткової теплоізоляції.

$$H_q = 0,0326 \cdot 100 = 3,26 \text{ люд.-год.}$$

Підсумкові розрахунки зведені в таблицю 3.4.

*Таблиця 3.4*

**Підсумок витрат праці для ручних та механізованих процесів  
влаштування додаткової теплоізоляції балконів**

Розрахунок $H_q$ на 100 м.п. (люд.-год)	3,26
Розрахунок $H_q$ на 100 м.п. (маш.-год)	1,03

Розрахованих питомі витрати часу представлені у роботі [95].

Отримані витрати часу були прийняті для розрахунку шуканих техніко-економічних показників влаштування додаткової теплоізоляції у програмному комплексі АВК –5 для розрахунку кошторисної документації за однорівневою методикою ціноутворення в будівництві. ПК АВК – 5 рекомендований Мінбудом України для використання всіма учасниками будівництва (лист № 9/ 10-1306 від 31.12.2008 р).

### 3.4 Дослідження впливу можливих конструктивно-технологічних рішень теплоізоляції балконів на кінцеві техніко-економічні показники їх влаштування

Отримані норми часу були використані для розрахунку трудомісткості та вартості влаштування теплоізоляції балконів для 20-ти будівель з різними архітектурно-планувальними характеристиками, які представлені в додатку А. При цьому для кожної будівлі було застосовано чотири варіанти додаткової теплоізоляції (матеріал утеплювача: пінополіуретан – «ППУ», мінеральна вата – «МВ», пінополістирол екструдований – «ПС екстр.» та пінополістирол звичайний – «ПС») та варіант зовнішньої теплоізоляції за технологією Ceresit.

Теплофізичні характеристики прийнятих матеріалів та вартість 1 м.п. готового виробу для кожного варіанту додаткової теплоізоляції в цінах на 2014 рік представлено в додатку Б.

Для кожного варіанту розраховано обсяги робіт з улаштування плит перекриття (включно з плитами балконів), що передбачають:

- опалубні роботи;
- арматурні роботи;
- бетонні роботи;
- влаштування додаткової теплоізоляції (4 варіанти) або влаштування зовнішньої теплоізоляції балконів.

Причому програмний комплекс АВК-5 передбачає можливість створення нової позиції в нормативно-довідковій інформації в сервісі «База користувача». Таким чином на основі ДСТУ Б Д.2.2 – 2008 створена власна будівельна робота «Встановлення теплоізоляційного армованого елемента та зв'язування арматури елемента з арматурою плити перекриття», яка містить розраховану норму часу та склад робіт докладно описані в попередньому розділі. Одиниці вимірювання – 100 м.п. Аналогічно були створені позиції

будівельних матеріалів з урахуванням вартості кожного з 4-х варіантів в цінах на 2014 рік.

Результати розрахунку трудомісткості наведено на рис. 3.3. Було прийнято однакову норму часу на влаштування всіх 4-х типів додаткової теплоізоляції, так як вага елементів змінюється не суттєво залежно від виду матеріалу, а отже і навантаження на виконавця робіт майже не змінюється.

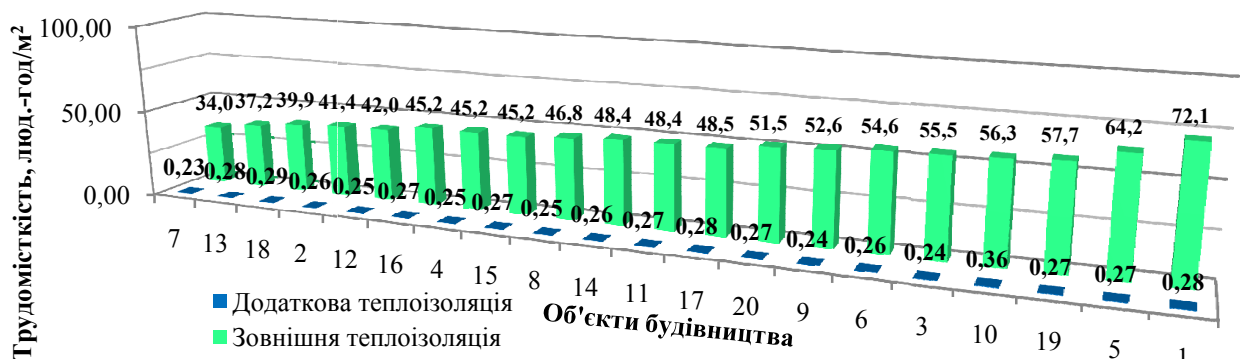


Рис. 3.3. Питома трудомісткість теплоізоляції балконів на 1 м<sup>2</sup> теплопровідного включення

Трудомісткість було перераховано на 1 м<sup>2</sup> теплопровідних включень для кожного об'єкту. Виявилось, що застосування додаткової теплоізоляції дозволяє значно скоротити витрати праці у порівнянні з зовнішньою теплоізоляцією балконів за технологією Ceresit, що ілюструє рис. 3.4.

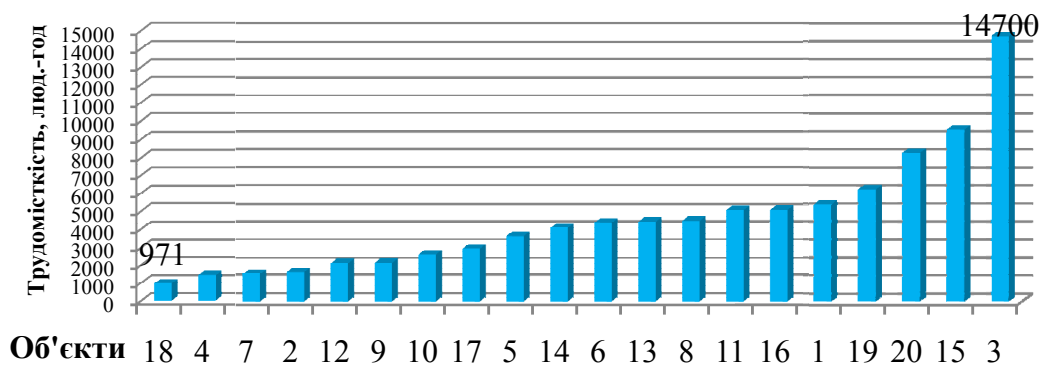


Рис. 3.4. Зниження трудомісткості робіт при застосуванні додаткової теплоізоляції у порівнянні із зовнішньою теплоізоляцією балконних плит

Показники вартості також були перераховані на 1 м<sup>2</sup> теплопровідних включень (м<sup>2</sup> т. вкл.) і представлені на рис. 3.5.

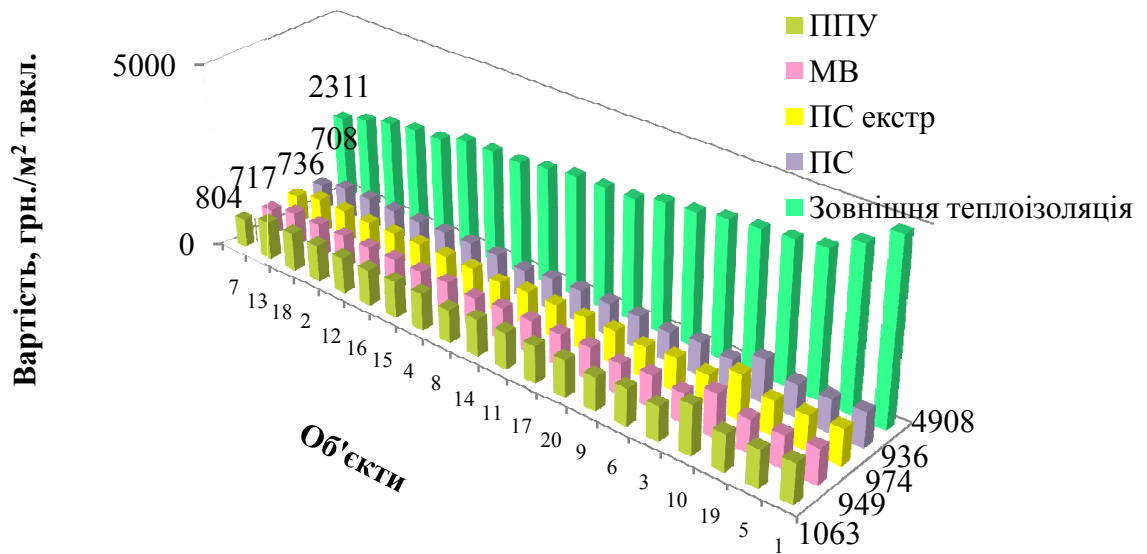


Рис. 3.5. Питома вартість теплоізоляції балконів на 1 м<sup>2</sup> теплопровідного включення

Рис. 3.6 ілюструє економічну привабливість додаткової теплоізоляції, що виявилась у скороченні вартості в чотири рази у порівнянні з традиційним зовнішнім утепленням балконних плит.

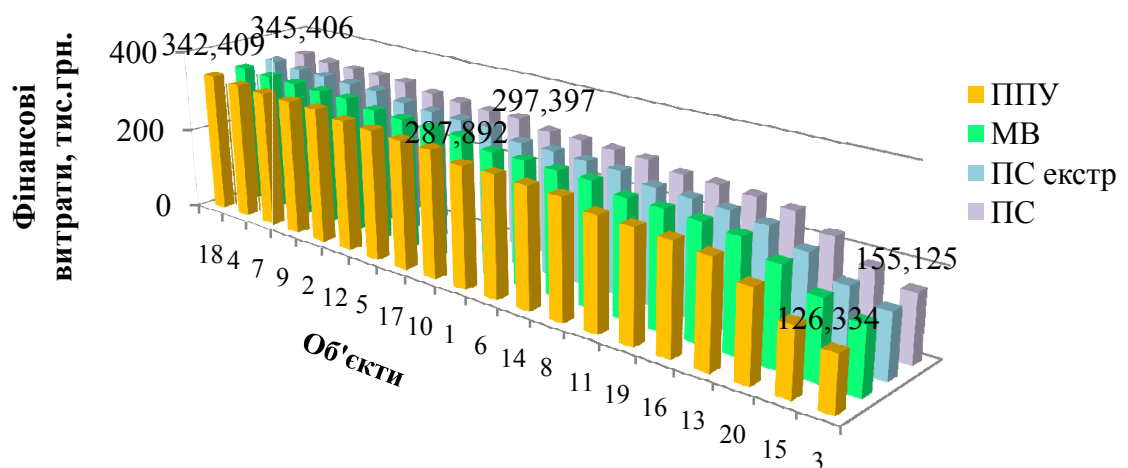


Рис. 3.6. Зниження вартості робіт у випадку влаштування додаткової теплоізоляції замість зовнішньої теплоізоляції балконних плит

Застосування додаткової теплоізоляції дозволяє скоротити вартість від 126,334 до 345,406 тис. грн. у порівнянні з традиційним варіантом влаштування зовнішньої теплоізоляції.

Попередні дослідження свідчать про те, що застосування додаткової теплоізоляції дозволяє досягти майже ідентичного (з різницею в 1 – 4 %) економічного ефекту у порівнянні зі стандартним влаштуванням зовнішньої теплоізоляції балконів. При цьому влаштування розроблених конструктивно-технологічних рішень коштує приблизно в 4 рази дешевше.

Влаштування додаткової теплоізоляції, наприклад, для об'єкту дослідження під шифром 1.1 відповідає показнику 21 люд.-год., в той час як влаштування зовнішньої теплоізоляції балконів цієї ж будівлі відповідає витратам праці у 5401 люд.-год.

3.5 Встановлення статистичних залежностей між техніко-економічними показниками влаштування додаткової теплоізоляції та економічним ефектом від впровадження вказаного рішення

Для проведення статистичного аналізу протягом 2013 – 2015 років нами були відібрані проектні матеріали на будівництво 20 об'єктів житлового фонду. Характерна особливість кожного об'єкту – наявність великої кількості балконів, які за проектом не ізолюються, так як вітчизняна нормативна документація не зобов'язує виконавця робіт застосовувати енергозберігаючі рішення для балконів.

Для кожної будівлі було застосовано чотири варіанти додаткової теплоізоляції та варіант зовнішньої теплоізоляції. Наприклад, для першої будівлі під шифром 1.1 застосовано додаткову теплоізоляцію балконів з пінополіуретану (ППУ), під шифром 1.2 – додаткову теплоізоляцію з мінеральної вати (МВ), 1.3 – додаткову теплоізоляцію з пінополістиролу екструдованого (ПС екстр.), 1.4 – з пінополістиролу звичайного (ПС), 1.5 –

влаштування зовнішньої теплоізоляції балконів за технологією Ceresit (зовнішня теплоізоляція), 1.6 – варіант влаштування балконів без теплоізоляції. Таким чином, використовуючи можливості АВК – 5 були розраховані техніко-економічні характеристики влаштування 120 варіантів балконів.

Перед формуванням матриці було висунуте припущення, що існує взаємозв'язок між техніко-економічними показниками влаштування теплоізоляції теплопровідних включень в зоні балкону та економічним ефектом від впровадження зазначеного енергозберігаючого рішення. Припущення ґрунтувались на логічній залежності між обсягом утеплених теплопровідних включень та економією енергоресурсів на опалення після влаштування теплоізоляції балконів.

Експлуатаційний економічний ефект ( $E_{\text{опал}}$ ) був обраний у якості результуючого показника, а факторними ознаками виступають техніко-економічні характеристики: трудомісткість ( $T_p$ ) та вартість ( $B$ ). Також було досліджено залежність між результуючим показником – економія бетону ( $E_6$ ) під час виробництва робіт та факторною ознакою – трудомісткість. При цьому факторні ознаки функціонально не пов'язані з результативною, що дозволяє нам включати описані показники в модель.

Проведення кореляційного і регресійного аналізу даних обчислювального експерименту в середовищі електронних таблиць MS Excel дало можливість отримати рівняння регресій, що описують вказану залежність і дозволяють здійснити прогнозування техніко-економічних показників в залежності від обраного технічного рішення утеплення балконів.

Всі вихідні дані були перевірені на викиди, помилки та відповідність нормальному закону розподілення за методиками [96 – 100]. В результаті були сформовані 5 груп вихідних даних, які представлені в додатку В.

Аналіз даних групи 1. Таблиця 3.5. Кореляційний аналіз факторів було виконано за допомогою інструменту *Кореляція* пакету аналізу.



## Вихідні дані для обчислювального експерименту для групи 1

Шифр об'єкту	Трудомісткість, люд.- год.	Вартість, тис. грн.	Економічний ефект, тис. грн.	Економія бетону під час виробництва робіт, м <sup>3</sup>
Умовне позначення	Тр	В	Е <sub>опал</sub>	Е <sub>б</sub>
1	2	3	4	5
<b>Група 1.</b> Влаштування додаткової теплоізоляції балконів з пінополіуретановим утеплювачем у складі теплоізоляційного елементу (ППУ)				
1.1	21	79,624	5,373	5,195
2.1	10	38,776	2,792	2,530
3.1	65	241,182	18,101	15,735
4.1	8	32,399	2,549	2,114
5.1	15	56,192	3,941	3,666
6.1	21	79,783	6,755	5,205
7.1	10	35,388	2,608	2,309
8.1	24	86,718	7,051	5,658
9.1	10	37,860	3,625	2,469
10.1	17	62,209	2,709	4,059
11.1	28	104,891	8,615	6,843
12.1	13	51,110	2,585	3,335
13.1	33	123,341	9,049	8,041
14.1	22	84,166	4,239	5,491
15.1	57	210,895	17,322	13,759
16.1	30	112,621	7,686	7,348
17.1	17	60,495	4,969	3,947
18.1	7	25,107	2,244	1,638
19.1	29	107,600	7,241	7,020
20.1	43	160,404	13,378	10,460

Коефіцієнти парної кореляції розраховуються за загальною формулою:

$$\rho_{xy} = \frac{K_{xy}}{\sigma_x \sigma_y}, \quad (3.13)$$

де  $K_{xy}$  – кореляційний момент випадкових величин  $X$  та  $Y$ ;

$\sigma_x, \sigma_y$  – середньоквадратичні відхилення випадкових величин  $X$  та  $Y$ .

Для незалежних випадкових величин  $K_{xy}=0$ , отже  $\rho_{xy} = 0$ , в інших випадках  $-1 \leq \rho_{xy} \leq +1$ . Якщо  $\rho_{xy} > 0$ , то кореляція позитивна, якщо  $\rho_{xy} < 0$ , то кореляція негативна. Оцінкою коефіцієнта кореляції є вибірковий коефіцієнт кореляції  $r_{xy}$ , який має властивості коефіцієнта кореляції. Цей коефіцієнт ще називають коефіцієнтом парної кореляції. Коефіцієнт парної кореляції є безрозмірною величиною і його значення не залежить від вибору одиниць виміру ознак, що розглядаються [92].

Отримана кореляційна матриця факторних ознак та результуючого показника (економічного ефекту) представлена в табл. 3.6. Кореляційні матриці для всіх інших груп даних представлені в додатку Д.

Таблиця 3.6

**Матриця коефіцієнтів парної кореляції (перша група даних)**

	<i>Tr</i>	<i>B</i>	<i>Eопал</i>	<i>Еб</i>
<i>Tr</i>	1			
<i>B</i>	0,999631	1		
<i>Eопал</i>	0,981638	0,980561	1	
<i>Еб</i>	0,999632	1	0,980546	1

Кореляційний аналіз результуючого показника та факторів виявив, що між економічним ефектом ( $E_{опал}$ ) та техніко-економічними показниками влаштування додаткової теплоізоляції з пінополіуретановим утеплювачем існує сильний кореляційний зв'язок.

Всі наші намагання отримати кореляційно-регресивні залежності з декількома незалежними змінними (багатофакторний регресійний аналіз) не отримали позитивних наслідків. Зв'язок між факторними ознаками був надто сильним, що виключало можливість їх спільного включення в математичну модель. В математичну модель регресії включають лише незалежні одна від одної факторні ознаки, так як наявність тісного кореляційного зв'язку між ними свідчить про те, що вони характеризують один і той же бік

досліджуваного явища і в значній мірі дублюють одна одну. Перехід до криволінійної форми залежності у випадку парного нелінійного регресійного аналізу призвів до покращення якості моделі лише у випадку обробки даних п'ятої групи. Тому ми обмежилися встановленням та аналізом лише парних залежностей.

В математичну модель парної регресії необхідно включити факторну ознаку – трудомісткість, яка демонструє тісний зв'язок з результативною ознакою.

Для отримання рівнянь регресій, що описують залежність між трудомісткістю та економічним ефектом було використано інструмент *Регресія* пакету аналізу даних MS Excel.

Розглянемо результати парного лінійного регресійного аналізу. Математична модель парної лінійної регресії має загальний вигляд:

$$Y = a + b \cdot X, \quad (3.14)$$

де  $Y$  – незалежна змінна, що приймає значення економічного ефекту;

$X$  – залежна змінна під якою розуміємо трудомісткість влаштування додаткової теплоізоляції з пінополіуретану;

$a, b$  – коефіцієнти, що приймаються згідно вихідної інформації регресійного аналізу.

Параметри регресії отримані за допомогою інструмента «Регресія» пакету аналізу. Вихідна інформація представлена в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7

**Результати парного лінійного регресійного аналізу даних групи 1  
(додаткова теплоізоляція «ППУ»)**

1	2
Модель лінійної регресії	$y = 0,294x - 0,433$ <p>де <math>y</math> – економічний ефект <math>x</math> – трудомісткість влаштування</p>

Закінчення табл. 3.7

1	2																													
Вихідна інформація	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Регрессионная статистика</th> <th>F<sub>кр</sub></th> <th>t<sub>кр</sub></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Множественный R</td> <td>0,981638379</td> <td>4,413873405</td> <td>2,100922037</td> </tr> <tr> <td>R-квадрат</td> <td>0,963613907</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Нормированный R-квадрат</td> <td>0,961592458</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Стандартная ошибка</td> <td>0,929871317</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Наблюдения</td> <td>20</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Регрессионная статистика		F <sub>кр</sub>	t <sub>кр</sub>	Множественный R	0,981638379	4,413873405	2,100922037	R-квадрат	0,963613907			Нормированный R-квадрат	0,961592458			Стандартная ошибка	0,929871317			Наблюдения	20							
	Регрессионная статистика		F <sub>кр</sub>	t <sub>кр</sub>																										
	Множественный R	0,981638379	4,413873405	2,100922037																										
	R-квадрат	0,963613907																												
	Нормированный R-квадрат	0,961592458																												
Стандартная ошибка	0,929871317																													
Наблюдения	20																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">Дисперсионный анализ</th> </tr> <tr> <th></th> <th>df</th> <th>SS</th> <th>MS</th> <th>F</th> <th>Значимость F</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Регрессия</td> <td>1</td> <td>412,1789844</td> <td>412,1789844</td> <td>476,6945008</td> <td>2,10827E-14</td> </tr> <tr> <td>Остаток</td> <td>18</td> <td>15,56389198</td> <td>0,864660666</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Итого</td> <td>19</td> <td>427,7428764</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Дисперсионный анализ							df	SS	MS	F	Значимость F	Регрессия	1	412,1789844	412,1789844	476,6945008	2,10827E-14	Остаток	18	15,56389198	0,864660666			Итого	19	427,7428764			
Дисперсионный анализ																														
	df	SS	MS	F	Значимость F																									
Регрессия	1	412,1789844	412,1789844	476,6945008	2,10827E-14																									
Остаток	18	15,56389198	0,864660666																											
Итого	19	427,7428764																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Коэффициенты</th> <th>Стандартная ошибка</th> <th>t-статистика</th> <th>P-Значение</th> <th>Нижние 95%</th> <th>Верхние 95%</th> <th>Нижние 95,0%</th> <th>Верхние 95,0%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y-пересечение</td> <td>-0,432657093</td> <td>0,384989776</td> <td>-1,123814502</td> <td>0,275856748</td> <td>-1,241490598</td> <td>0,376176</td> <td>-1,24149</td> <td>0,376176</td> </tr> <tr> <td>Tr люд-год</td> <td>0,294761381</td> <td>0,01350052</td> <td>21,83333462</td> <td>2,10827E-14</td> <td>0,26639784</td> <td>0,323125</td> <td>0,266398</td> <td>0,323125</td> </tr> </tbody> </table>		Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%	Y-пересечение	-0,432657093	0,384989776	-1,123814502	0,275856748	-1,241490598	0,376176	-1,24149	0,376176	Tr люд-год	0,294761381	0,01350052	21,83333462	2,10827E-14	0,26639784	0,323125	0,266398	0,323125			
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%																						
Y-пересечение	-0,432657093	0,384989776	-1,123814502	0,275856748	-1,241490598	0,376176	-1,24149	0,376176																						
Tr люд-год	0,294761381	0,01350052	21,83333462	2,10827E-14	0,26639784	0,323125	0,266398	0,323125																						
Коеф. парної кореляції	R=0,981638– значення коефіцієнта є близьким до одиниці, отже якість моделі є високою																													
Коефіцієнт детермінації	R <sup>2</sup> =0,963614, отже 96% дисперсії економічного ефекту від використання додаткової теплоізоляції пояснюється відповідним рівнем витрат праці на влаштування описаного технічного рішення																													
Залишкова дисперсія	$\sigma_0^2=0,8647$																													
Критерій Фішера	F=476,69 > F <sub>крит</sub> =4,4139 – з імовірністю 95% рівняння регресії в цілому статистично значуще, воно може використовуватися																													
Статистика Стьюдента	<table border="1"> <tr> <td> t – статистика X=21,83  &gt; t<sub>критич.</sub>=2,1</td> <td>всі параметри рівняння регресії є статистично значущими і не можуть приймати нульових значень</td> </tr> </table>	t – статистика X=21,83  > t <sub>критич.</sub> =2,1	всі параметри рівняння регресії є статистично значущими і не можуть приймати нульових значень																											
t – статистика X=21,83  > t <sub>критич.</sub> =2,1	всі параметри рівняння регресії є статистично значущими і не можуть приймати нульових значень																													

За отриманим рівнянням регресії побудуємо графічне відображення залежності економічного ефекту від трудомісткості влаштування додаткової теплоізоляції балконів з пінополіуретановим утеплювачем (рис. 3.7). Так само було проаналізовано залежність між вартістю та економічним ефектом, а також встановлено залежність між економією бетону та трудомісткістю для ще 3-х варіантів додаткової теплоізоляції («МВ», «ПС<sub>екстр</sub>», «ПС»). Результати наведені у додатку Е та додатку Ж.

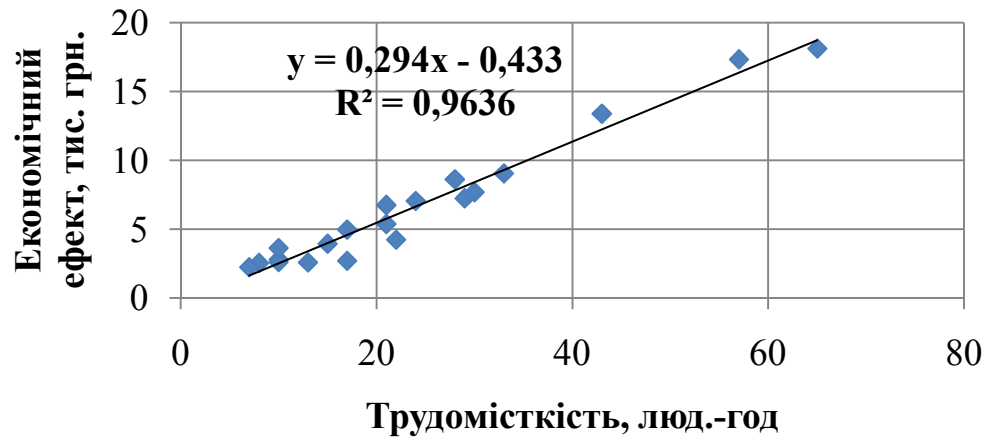


Рис. 3.7. Встановлена статистична залежність між трудомісткістю влаштування додаткової теплоізоляції (ППУ) та економічним ефектом від впровадження вказаного рішення

Економічна та технічна привабливість запропонованих енергозберігаючих рішень з використанням додаткової теплоізоляції виявлялась у порівнянні з класичною технологією зовнішнього утеплення балконів з опорядженням тонкошаровими штукатурками за технологією «Ceresit».

На основі вихідних даних групи 5 (додаток В) отримана кореляційна матриця факторних ознак та результуючого показника (економічного ефекту) для варіанту зовнішньої теплоізоляції, яка представлена в табл. 3.8.

Таблиця 3.8

**Матриця коефіцієнтів парної кореляції (п'ята група даних)**

	<i>Tr</i>	<i>B</i>	<i>Еопал</i>
<i>Tr</i>	1		
<i>B</i>	0,999999	1	
<i>Еопал</i>	0,934652	0,934564	1

Між економічним ефектом від влаштування зовнішньої теплоізоляції за технологією «Ceresit» та техніко-економічними показниками її влаштування

спостерігається сильний позитивний зв'язок, що виявляється у значеннях коефіцієнтів кореляції. Далі наводиться регресійний аналіз за умови, якщо результативна ознака – економічний ефект, а факторний показник – трудомісткість. Вихідна інформація представлена в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9

**Результати парного лінійного регресійного аналізу даних групи 5  
(зовнішня теплоізоляція за технологією Ceresit)**

1	2																																																																																																																														
Модель лінійної регресії	$y = 0,001x - 0,452$ де у – економічний ефект х – трудомісткість влаштування																																																																																																																														
Вихідна інформація	<table border="1"> <thead> <tr> <th align="center" colspan="2">Регрессионная статистика</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Множественный R</td> <td align="right">0,934652038</td> <td></td> <td></td> <td align="center">Fкр</td> <td align="center">tкр</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>R-квадрат</td> <td align="right">0,873574432</td> <td></td> <td></td> <td align="right">4,45132169</td> <td align="right">2,109816</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Нормированный R-квадрат</td> <td align="right">0,866137634</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Стандартная ошибка</td> <td align="right">1,467800411</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Наблюдения</td> <td align="right">19</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <th align="center" colspan="2">Дисперсионный анализ</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> <tr> <td></td> <td align="center">df</td> <td align="center">SS</td> <td align="center">MS</td> <td align="center">F</td> <td align="center">начисность F</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Регрессия</td> <td align="right">1</td> <td align="right">253,0742345</td> <td align="right">253,0742345</td> <td align="right">117,466471</td> <td align="right">4,6992E-09</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Остаток</td> <td align="right">17</td> <td align="right">36,6254468</td> <td align="right">2,154438047</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Итого</td> <td align="right">18</td> <td align="right">289,6996813</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <th></th> <th align="center">Коэффициенты</th> <th align="center">Стандартная ошибка</th> <th align="center">t-статистика</th> <th align="center">P-Значение</th> <th align="center">Нижние 95%</th> <th align="center">Верхние 95%</th> <th align="center">Нижние 95,0%</th> <th align="center">Верхние 95,0%</th> </tr> <tr> <td>Y-пересечение</td> <td align="right">-0,452375666</td> <td align="right">0,686909343</td> <td align="right">-0,658566768</td> <td align="right">0,51899465</td> <td align="right">-1,9016277</td> <td align="right">0,996876</td> <td align="right">-1,90163</td> <td align="right">0,996876</td> </tr> <tr> <td>Тр, люд-год</td> <td align="right">0,001618463</td> <td align="right">0,00014933</td> <td align="right">10,83819501</td> <td align="right">4,6992E-09</td> <td align="right">0,00130341</td> <td align="right">0,001934</td> <td align="right">0,001303</td> <td align="right">0,001934</td> </tr> </tbody> </table>	Регрессионная статистика									Множественный R	0,934652038			Fкр	tкр				R-квадрат	0,873574432			4,45132169	2,109816				Нормированный R-квадрат	0,866137634								Стандартная ошибка	1,467800411								Наблюдения	19								Дисперсионный анализ										df	SS	MS	F	начисность F				Регрессия	1	253,0742345	253,0742345	117,466471	4,6992E-09				Остаток	17	36,6254468	2,154438047						Итого	18	289,6996813								Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%	Y-пересечение	-0,452375666	0,686909343	-0,658566768	0,51899465	-1,9016277	0,996876	-1,90163	0,996876	Тр, люд-год	0,001618463	0,00014933	10,83819501	4,6992E-09	0,00130341	0,001934	0,001303	0,001934
Регрессионная статистика																																																																																																																															
Множественный R	0,934652038			Fкр	tкр																																																																																																																										
R-квадрат	0,873574432			4,45132169	2,109816																																																																																																																										
Нормированный R-квадрат	0,866137634																																																																																																																														
Стандартная ошибка	1,467800411																																																																																																																														
Наблюдения	19																																																																																																																														
Дисперсионный анализ																																																																																																																															
	df	SS	MS	F	начисность F																																																																																																																										
Регрессия	1	253,0742345	253,0742345	117,466471	4,6992E-09																																																																																																																										
Остаток	17	36,6254468	2,154438047																																																																																																																												
Итого	18	289,6996813																																																																																																																													
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%																																																																																																																							
Y-пересечение	-0,452375666	0,686909343	-0,658566768	0,51899465	-1,9016277	0,996876	-1,90163	0,996876																																																																																																																							
Тр, люд-год	0,001618463	0,00014933	10,83819501	4,6992E-09	0,00130341	0,001934	0,001303	0,001934																																																																																																																							
Коеф. парної кореляції	R=0,934652– значення коефіцієнта є близьким до одиниці, отже якість моделі є високою																																																																																																																														
Коефіцієнт детермінації	$R^2=0,873574$ , отже 87% дисперсії економічного ефекту від використання зовнішньої теплоізоляції балконів пояснюється відповідним рівнем витрат праці на влаштування описаного технічного рішення																																																																																																																														
Залишкова дисперсія	$\sigma_0^2=2,154438$																																																																																																																														
Критерій Фішера	$F=117,47 > F_{\text{крит}}=4,4513$ – з імовірністю 95% рівняння регресії в цілому статистично значуще, воно може використовуватися																																																																																																																														

1	2	
Статистика Стьюдента	$ t - \text{статистика } X=10,84  > t_{\text{критич.}} = 2,1098$	всі параметри рівняння регресії є статистично значущими і не можуть приймати нульових значень

За отриманим рівнянням регресії побудуємо графічне відображення залежності економічного ефекту від трудомісткості влаштування зовнішньої теплоізоляції балконів за технологією «Ceresit» (рис. 3.8).

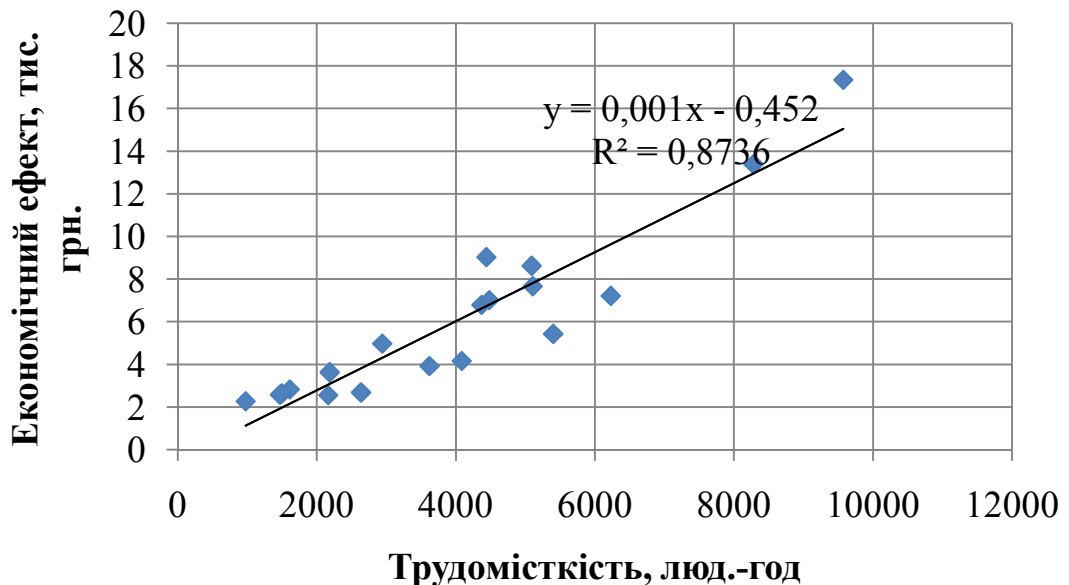


Рис. 3.8. Встановлена статистична залежність між трудомісткістю влаштування зовнішньої теплоізоляції та економічним ефектом від впровадження вказаного рішення

Отримані рівняння дозволяють здійснювати прогноз очікуваного енергозберігаючого ефекту в залежності від техніко-економічних показників влаштування обраного рішення та навпаки. Зокрема точковий прогноз виявив, що досягнення економічного ефекту в 17,3 тис. грн. в опалювальний сезон можливе у випадку влаштування додаткової теплоізоляції тип «ППУ»

трудомісткістю 60 люд.-год, натомість трудомісткість влаштування зовнішньої теплоізоляції становитиме 10996 люд.-год. Отримані математичні залежності було використано для розробки прикладного програмного продукту в середовищі електронних таблиць MS Excel для вибору раціональної технології влаштування теплоізоляції балконів житлових будівель.

### Висновки по розділу 3

1. Проведено експериментальні дослідження для обґрунтування параметрів тривалості технологічних операцій процесів влаштування додаткової теплоізоляції балконів житлових будівель. За отриманими даними хронометражу розраховані питомі витрати часу на 100 м.п. додаткової теплоізоляції: 3,26 люд.-год та 1,03 маш.-год [95]. Питомі витрати часу використані для оцінки ефективності технологічних процесів влаштування додаткової теплоізоляції за критеріями зниження трудомісткості та вартості у порівнянні з улаштуванням зовнішньої теплоізоляції балконів.

2. Встановлено, що застосування додаткової теплоізоляції дозволяє скоротити вартість від 126,334 до 345,406 тис. грн. (в залежності від обраного об'єкту дослідження) у порівнянні з класичним варіантом влаштування зовнішньої теплоізоляції. Влаштування розроблених конструктивно-технологічних рішень коштує приблизно в 4 рази дешевше ніж існуюча технологія при майже однакових значеннях (з різницею в 1 – 4%) експлуатаційного економічного ефекту (економії тепловитрат в опалювальний сезон). Влаштування додаткової теплоізоляції, наприклад, для об'єкту дослідження під шифром 1.1 відповідає показнику 21 люд.-год, в той час як влаштування зовнішньої теплоізоляції балконів цієї ж будівлі відповідає витратам праці у 5401 люд.-год.



3. Встановлено статистичні залежності між техніко-економічними показниками влаштування теплоізоляції теплопровідних включень в зоні балкону та економічним ефектом від впровадження зазначеного енергозберігаючого рішення. Встановлено, що 96% дисперсії економічного ефекту від використання додаткової теплоізоляції пояснюється відповідним рівнем витрат праці на влаштування розглянутого технічного рішення, в той же час 87% дисперсії економічного ефекту від використання зовнішньої теплоізоляції балконів пояснюється відповідним рівнем витрат праці на влаштування відповідного технічного рішення. Результати вказують на залежність між обсягом утеплених теплопровідних включень та економією енергоресурсів на опалення після влаштування теплоізоляції балконів.

4. Отримані залежності використані для розробки методичної схеми вибору раціонального варіанту технології робіт з теплоізоляції балконів житлових будинків наведеної у розділі 4.

**РОЗДІЛ 4**  
**РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО**  
**ВИБОРУ ДОЦІЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВЛАШТУВАННЯ**  
**ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ**  
**РІШЕНЬ З ОЦІНКОЮ ЇХ ЕФЕКТИВНОСТІ**

4.1 Розробка прикладної програми для техніко-економічних розрахунків за можливими варіантами технології виконання робіт з теплоізоляції балконів

Потенційний замовник (користувач) повинен мати можливість одержати якомога точніший прогноз витрат ресурсів перед прийняттям рішення щодо застосування тої чи іншої технології проведення ізоляційних робіт балконів. На основі отриманих рівнянь регресії нами було створено прикладний програмний продукт для розрахунку прогнозованих ТЕП теплоізоляційних робіт (таблиця 4.1).

В програмі передбачено чотири етапи:

1. *Вихідні дані.* В поля з вихідними даними необхідно ввести дані, які відомі замовникові, це теплофізичні та геометричні (товщина кожного шару) характеристики огорожувальної конструкції, площа теплопровідних включень в м<sup>2</sup>, вартість Гкал теплової енергії в гривнях та кількість виконавців теплоізоляційних робіт («ДТ» – для додаткової теплоізоляції склад ланки описаний далі в підрозділі 4.4 так само і для «ЗТ» – зовнішньої теплоізоляції).

2. Розрахунок необхідної товщини теплоізоляції теплопровідного включення здійснюють за алгоритмом наведеним у Розділі 2 (підрозділ 2.2).

3. Далі здійснюється розрахунок тепловитрат та економічного ефекту для кожного з-поміж досліджуваних варіантів теплоізоляції балконів, а також для випадку відсутності теплоізоляції балконів (детально описаний в Розділі 2, підрозділ 2.2).

4. Розрахунок прогнозованих техніко-економічних показників з улаштування теплоізоляції балконів за отриманими рівняннями регресії.

У таблиці 4.1 представлено результати розрахунку для об'єкту № 1.

Таблиця 4.1

**Прикладний програмний продукт для розрахунку техніко-економічних показників з улаштування теплоізоляції балконів**

Етап	Проведення розрахунку та його результати											
1	2											
1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	РОЗРАХУНОК ПРОГНОЗОВАНИХ ТЕП З УЛАШТУВАННЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ БАЛКОНІВ											
	1 етап											
	Вибір можливого варіанту теплоізоляції балконів											
	Вихідні дані											
	Перелік шарів конструкцій в межах теплопровідного включення											
	Найменування	залізо-бетон	полімерна опалубка	утеплювач	штукатурний шар	зовнішній штукатурний шар	огорожувальна конструкція	Площа теплопровідних включень S, м <sup>2</sup>	Вартість Гкалд, грн		Склад ланки	
	Товщина, м	δ1	δ2	δ3	δ4	δ5	δ6	74,88	443,83	ДТ	ЗТ	
	значення	0,47	0,01	змінна	0,015	0,005	0,35			4	12	
	Теплопровідність, Вт/м·°С	λ1	λ2	λ3	λ4	λ5	λ6					
значення	2,04	0,19	змінна	0,81	0,7	0,44						
2	2 етап											
	Розрахунок необхідної товщини теплоізоляції теплопровідного включення											
	І кліматична зона											
			Коефіцієнт теплопровідності, λг, Вт/м·°С	Товщина теплоізоляції δг1, м	Товщина залізо-бетону δ1, м	Опір теплопередачі в місцях теплопровідних включень Rо', м <sup>2</sup> ·К/Вт	Мінімальний Rq min, м <sup>2</sup> ·К/Вт	Відповідність вимозі Rq min ≤ Rо'				
	Додаткова теплоізоляція	ППУ	0,021	0,065	0,405	3,505	3,3	так				
		МВ	0,04	0,12	0,35	3,383	3,3	так				
		ПС екс	0,037	0,11	0,36	3,360	3,3	так				
		ПС	0,045	0,135	0,335	3,375	3,3	так				
Зовнішня теплоізоляція		0,045	0,11	0,47	3,424	3,3	так					
Неутеплена плита		-	-	0,47	0,389	3,3	ні					
3	25											
	3 етап											
	Розрахунок тепловитрат та економічного ефекту											
	І кліматична зона											
	Найменування технічного рішення	Коефіцієнт теплопередачі, K' Вт/м <sup>2</sup> ·°С	Питомі тепловитрати q, Вт/м <sup>2</sup>	Тепловитрати в зоні балконів Q, кВт	Економія тепловитрат ΔQ, кВт	Витрати за опалювальний сезон, тис. грн	Економія фін.витрат за оп. сезон, тис. грн					
	Додаткова теплоізоляція	ППУ	0,285	5,763	0,432	3,459	0,680	5,450				
		МВ	0,296	5,972	0,447	3,443	0,705	5,425				
		ПС екс	0,298	6,011	0,450	3,440	0,709	5,420				
ПС		0,296	5,985	0,448	3,442	0,706	5,423					
Зовнішня теплоізоляція		0,292	5,900	0,442	3,448	0,696	5,434					
Неутеплена плита		2,572	51,953	3,890	0,000	6,130	0,000					

Продовження табл. 4.1

1	2						
4	35	4 етап	Розрахунок прогнозованих ТЕП з улаштування теплоізоляції балконів				
	36		Найменування технічного рішення	Тр. люд-год	Вартість, тис.грн	Тривалість, днів	Економія бетону, м3
	37	Додаткова тепло-ізоляція	ПШУ	19,954	74,554	1,247	4,864
	38		МВ	19,956	66,547	1,247	8,981
	39		ПС екс	19,956	68,281	1,247	8,233
	40		ПС	19,956	65,654	1,247	10,104
	41		Зовнішня теплоізоляція	3637,774	247,231	50,525	-

Розрахунок у даному програмному продукті можна здійснювати для об'єктів житлового будівництва розташованих в Україні. В таблиці 4.1 представлено алгоритм для I кліматичної зони. Змінивши обмеження щодо термічного опору огорожувальної конструкції, можна застосувати алгоритм і для II кліматичної зони.

#### 4.2 Економічна доцільність впровадження розробленої технології в будівельну практику України

Перевіримо економічну доцільність за умови одноразового інвестування проекту. Дисконтування є універсальною методикою приведення майбутніх грошових потоків до справжнього моменту часу, заснованої на використанні складних відсотків. Таким чином ми можемо врахувати фактор знецінення грошей та ризику пов'язані з цим явищем перед прийняттям рішення щодо вкладення коштів в енергозберігаючі заходи.

Для здійснення аналізу розраховано наступні показники за [101 – 105]:

1. Чиста приведена вартість – NPV (Net Present Value).
2. Дисконтований термін окупності.
3. Дисконтований індекс прибутку.

Розрахунок для об'єкту під шифром 1 (додаток А). Розглядаємо застосування розроблених чотирьох варіантів додаткової теплоізоляції (ППУ – пінополіуретановий утеплювач, МВ – мінераловатний утеплювач, ПС<sub>екстр</sub> – екструдований пінополістирол, ПС – пінополістирол) та варіант зовнішнього утеплення – система Ceresit. Життєвий цикл проекту обмежуємо терміном в 10 років, так як це – гарантійний термін експлуатації легкої штукатурної системи Ceresit з якою ми здійснюємо порівняння розроблених рішень.

Основним джерелом позикового капіталу є банківські кредити. Для нашого інвестиційного проекту приймаємо рішення взяти позику під 11 % річних у гривнях.

Розраховано економію фінансових витрат на опалення кожного року інвестиційного проекту з урахуванням прогнозованої вартості теплової енергії для населення приведеної на рис. 4.1.

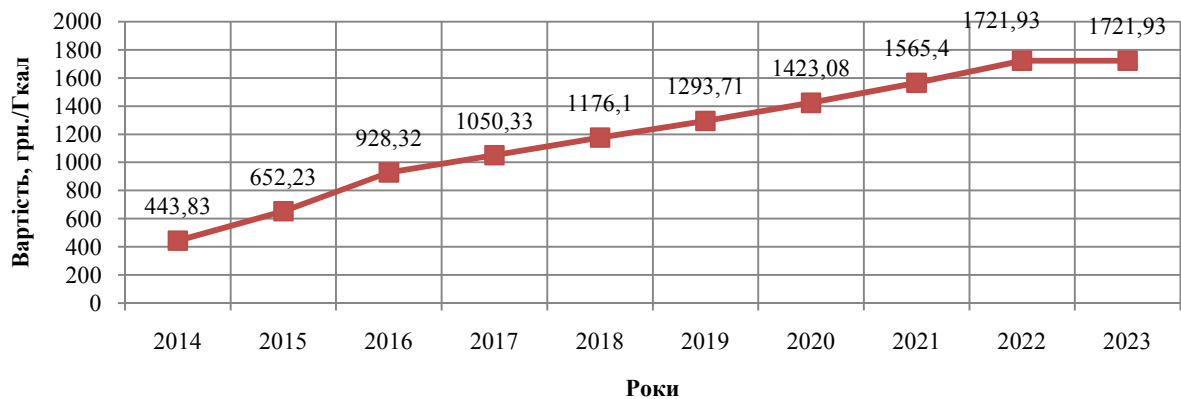


Рис. 4.1. Динаміка росту вартості теплової енергії в грн./Гкал для населення за даними Світового банку

Економію фінансових витрат в опалювальний сезон (прибуток від інвестиційного проекту) розраховано для кожного року за алгоритмом наведеним у підрозділі 2.2. Також крім економії фінансів в опалювальний сезон для першого року враховувалася економія бетонної суміші у грошовому еквіваленті на 2014 рік. Мається на увазі масив бетону, що заміщується додатковою теплоізоляцією в плиті перекриття. Економія бетону (тис. грн.) та

інвестиції (тис. грн.) – вартість влаштування кожного виду теплоізоляції балконів були розраховані у прикладному програмному продукті описаному у підрозділі 4.1. Вважаємо, що інвестиції здійснюються одноразово під час будівництва об'єкту. Вихідні дані для автоматизованого розрахунку представлені на рис. 4.2.

Найменування	Економія бетона, тис.грн	Економія фінансових витрат за опалувальний сезон, тис.грн										Інвестиції (одноразово, перший рік) тис. грн
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
ППУ	3,502	5,450	8,008	11,398	12,897	14,441	15,885	17,473	19,216	21,144	21,144	74,554
МВ	6,467	5,425	7,972	11,347	12,838	14,376	15,813	17,395	19,129	21,048	21,048	66,547
ПС екстр	5,928	5,420	7,966	11,337	12,827	14,363	15,800	17,380	19,113	21,030	21,030	68,281
ПС	7,275	5,423	7,970	11,344	12,835	14,372	15,809	17,390	19,124	21,042	21,042	65,654
Зовнішня ізоляція	0,000	5,434	7,983	11,365	12,859	14,398	15,838	17,422	19,159	21,081	21,081	247,231

Рис. 4.2. Вихідні дані для автоматизованого розрахунку економічних показників інвестиційного проекту в середовищі електронних таблиць MS Excel

1. Чиста приведена вартість вказує наскільки підвищиться прибуток (вартість капіталу) у випадку впровадження проекту. Цей показник характеризує абсолютний ефект від інвестування. Проект інвестування буде найбільш привабливим, якщо виконується умова  $max (NPV > 0)$ . Розрахуємо показник чистої приведеної вартості:

$$NPV = PV - IC, \quad (4.1)$$

де PV – дисконтована поточна вартість;

IC – одноразове інвестування проекту.

В нашому випадку IC – вартість влаштування кожного виду теплоізоляції балкону розраховані для обраної будівлі в прикладному програмному продукті.

Формула дисконтованої поточної вартості PV (від англ. слів Present Value) майбутніх грошових потоків  $P_k$  має наступний вигляд:

$$PV = \sum_{k=1}^n \frac{P_k}{(1+r)^k}, \quad (4.2)$$

де  $PV$  – дисконтована поточна вартість майбутніх грошових потоків;

$P_k$  – майбутній грошовий потік кожного періоду;

$k$  – номер періоду (звичайно року), в якому очікується приплив грошових коштів від проекту ( $k = 1, 2, \dots, n$ );

$r$  – середня ціна інвестиційного капіталу (десятькова дріб), що визначає ставку дисконтування  $1/(1 + r)^k$ . Для фінансування передбачається використовувати банківський кредит, відсоткова ставка за яким складає 11% річних, тобто  $r = 0,11$ ;

$n$  – тривалість інвестиційного проекту (років);

## 2. Дисконтований термін окупності.

Дисконтований термін окупності інвестицій (Discounted Payback Period, DPP) - це термін, за який первинні витрати (IC) на реалізацію проекту будуть повністю покриті за рахунок доходів, дисконтованих за заданою відсотковою ставкою (нормою прибутку). Сутність методу дисконтованого терміну окупності полягає в тому, що з первинних витрат на реалізацію інвестиційного проекту (IP) послідовно віднімаються дисконтовані грошові доходи (PV кожного року) з тим, щоб окупилися інвестиційні витрати.

## 3. Дисконтований індекс прибутку.

Дисконтований індекс прибутку – індекс прибутковості (Profitability Index, PI) – відношення приведених грошових доходів до інвестованих витрат. Іншими словами цей параметр вказує на рівень доходів на 1 гривню інвестиційних витрат проекту.

Для розрахунку індексу прибутковості використовують ту саму інформацію про дисконтовані грошові потоки, що і при обчисленні чистої приведеної вартості:

$$PI = PV/IC, \quad (4.3)$$

Висновок щодо прийнятності проекту роблять виходячи з нерівностей:

$PI > 0$  – проект прийнятний;

$PI < 0$  – проект неприйнятний;

$PI = 0$  – рішення не визначене.

Отже, використовуючи вищенаведений алгоритм отримуємо основні показники, що характеризують економічну доцільність впровадження енергозберігаючих заходів (рис. 4.3).

Найменування	Чиста приведена на вартість (NPV), тис. грн	Дисконтований термін окупності (DPP), роки										місяців	Дисконтований індекс прибутку (PI)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
ППУ	6,3701	66,4887	59,9889	51,6545	43,1591	34,5892	26,0965	17,6803	9,34197	1,07638	-6,3701	1,73459	1,08544325
МВ	16,6962	55,8342	49,3636	41,0668	32,6097	24,0784	15,624	7,24572	-1,055			10,3779	1,25089236
ПС екстр	14,411	58,0574	51,5924	43,3026	34,8528	26,3288	17,8816	9,5105	1,21687	-7,0044		1,76069	1,21105402
ПС	18,2956	54,2143	47,7456	39,4511	30,9964	22,4675	14,0155	5,63961	-2,6588			8,07977	1,27866496
Зовнішня ізоляція	-169,69	242,336	235,855	227,545	220,193	211,649	203,181	194,789	186,476	178,234	170,81		0,31363103

Рис. 4.3. Результати автоматизованого розрахунку економічних показників інвестиційного проекту в середовищі електронних таблиць MS Excel

Розроблені конструктивно-технічні рішення виявились привабливішими з економічної точки зору ніж класична технологія зовнішнього утеплення балконів. Термін дисконтованої окупності складає 8 – 9 років для всіх 4-х варіантів додаткової теплоізоляції. Натомість варіант зовнішньої теплоізоляції не окупиться впродовж життєвого циклу проекту (10 років – гарантійний період експлуатації системи). На 10-й рік не окупленою залишається ще сума в 171 тис. грн. Подальший аналіз демонструє доцільність впровадження будь-якого виду додаткової теплоізоляції, так як чиста приведена вартість набуває позитивних значень і коливається від 6,4 варіанту «ППУ» до 18,3 тис. грн. – «ПС». Дисконтований індекс прибутку перевищує 1 для варіантів додаткової теплоізоляції, в той час коли цей параметр для зовнішньої теплоізоляції є незадовільним.



### 4.3 Методична схема вибору раціонального варіанту технології робіт з теплоізоляції балконів житлових будинків

Запропонована принципова методична схема вибору раціонального варіанту технології робіт з утеплення балконів житлових будинків (рис. 4.4). Послідовність операцій вибору оптимальної технології утеплення балконів наступна:

1.1. На цьому етапі необхідно детально проаналізувати вихідні дані – загальні характеристики будівлі з балконами, що підлягають утепленню:

а) географічне розташування об'єкту у I чи II кліматичній зоні;

б) тип проекту: нове будівництво чи реконструкція існуючого об'єкту; у випадку якщо запланована реконструкція доцільним виявляється застосування зовнішньої теплоізоляції (1.3.1), так як технологія додаткової теплоізоляції розроблена виключно для нового будівництва;

в) тип житлової будівлі за поверховістю;

1.2. Переходимо до розгляду наступних факторів, що впливають на вибір технології утеплення балконів:

1.2.1. Сезонність проведення робіт. У випадку виробництва робіт в зимовий період доцільно звернутися до технології додаткової теплоізоляції балконів армованими елементами. Системи зовнішнього утеплення з опорядженням тонкошаровими штукатурками можна застосовувати тільки при температурі зовнішнього повітря від  $+5^{\circ}\text{C}$ .

1.2.2. Від типу утеплювача залежить його вартість, а отже і вартість готового теплоізоляційного елемента. Одночасно від теплофізичних характеристик утеплювача (коефіцієнт теплопровідності, паропроникність, довговічність) залежить його якість і експлуатаційна надійність.

1.2.3. Теплофізичні та геометричні характеристики огорожувальної конструкції слугують вихідними даними для розрахунку ТЕП (трудомісткість, вартість, тривалість) влаштування обраної технології утеплення балконів.

1.2.4. Обсяги робіт із утеплення балконів також слугують вихідними даними для підрахунку ТЕП.

1.2.5. Тип утеплювача, теплофізичні і геометричні характеристики огорожувальної конструкції та обсяги робіт будівлі впливають на результуючі техніко-економічні показники прийнятого рішення. Алгоритм розрахунку останніх представлено в підрозділі 4.1.

1.2.6. Економія бетону в  $m^3$  наявна лише у випадку використання додаткової теплоізоляції. Цей ефект спричинений заміщенням деякого обсягу бетону армованим теплоізоляційним елементом в складі вузла сполучення балкону та плити перекриття. Може бути розрахований за алгоритмом наведеним у підрозділі 4.1.

1.2.7. Економія фінансових витрат в опалювальний сезон, економія бетону під час виробництва робіт та вартість виконання робіт (одноразові інвестиції) слугують вихідними даними для розрахунку економічних показників ефективності обраної технології утеплення балконів.

1.2.8. Послідовність розрахунку економічних показників ефективності застосованого рішення детально описана в підрозділі 4.2.

1.2.9. Життєвий цикл проекту логічно обмежити строком гарантійної безремонтної експлуатації утеплювача (головного матеріального компонента будь-якої системи). Отриманий показник дисконтованого терміну окупності технологічного рішення не повинен перевищувати гарантійний строк експлуатації. Лише в цьому разі можна сподіватись на прибутковість капіталовкладень.

Після розгляду вищенаведених факторів переходять до вибору технології утеплення балконів (1.3) – зовнішня теплоізоляція (1.3.1) або додаткова теплоізоляція армованими елементами (1.3.2). Системи зовнішнього утеплення з опорядженням тонкошаровими штукатурками пропонуються у

декількох варіантах. Зокрема, можна вибирати тип утеплювача (мінеральний, органічний), тип захисного покриття (акрилова чи силіконова краска, штукатурка), тип кріплення утеплювача (механічний – дюбелями, клейовий, комбінований). Щодо додаткової теплоізоляції, то потенційний замовник може звернутися до теплоізоляційних елементів вітчизняного виробництва стендового способу виконання (відповідно до запатентованого рішення, додаток Р.13) у чотирьох матеріальних варіаціях (Додаток Б) або придбати теплоізоляційні елементи-аналоги зарубіжного виробництва фірм Halfen [106] чи Schoeck Isocorb [64]. Вартість останніх значно перевищує вітчизняний варіант і починається зі 100 у.о. за 1 м.п.

Далі здійснюють порівняльну оцінку ТЕП (1.4) і в разі якщо отримані дані задовольняють висунуті вимоги переходять до розробки робочого проекту (1.5). Якщо результати розрахунків незадовільні, повертаємося до етапу вибору технології утеплення балконів (1.3).

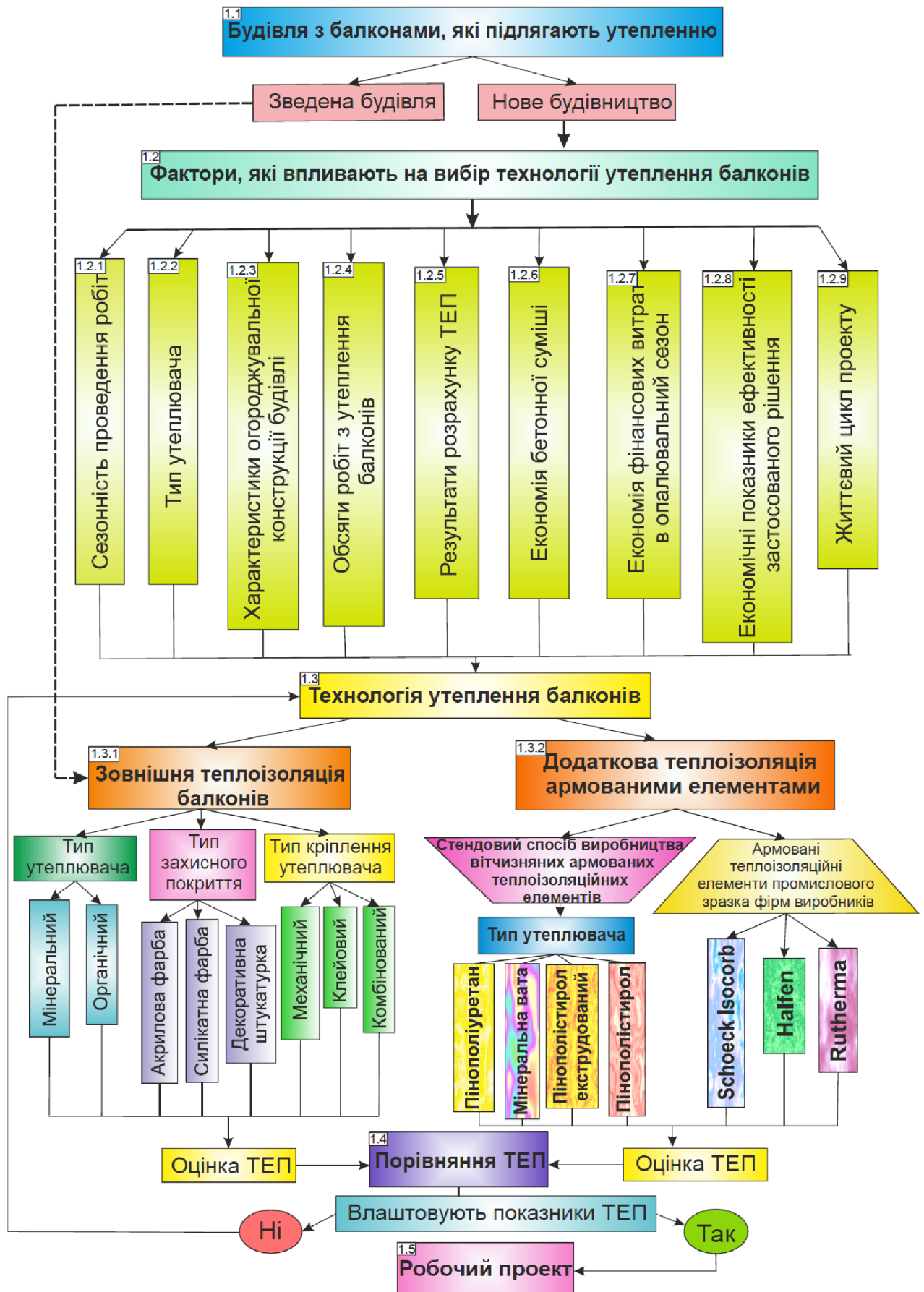


Рис. 4.4. Методична схема вибору раціонального варіанту технології робіт із теплоізоляції балконів житлових будинків

#### 4.4 Проектування технологічної карти з улаштування перекриття з додатковою теплоізоляцією балконних плит

Технологічна карта була розроблена та розрахована для влаштування додаткової теплоізоляції балконних плит типового поверху 9-ти поверхової житлової будівлі, характеристики якої вже описані вище (варіант 1, додаток А). Пояснювальна записка для розрахунку технологічної карти з улаштування перекриття з додатковою теплоізоляцією балконних плит складається з наступних розділів:

##### 1. Підрахунок обсягів робіт.

На основі вихідних даних складена відомість обсягів робіт з улаштування перекриття з додатковою теплоізоляцією балконних плит (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

#### Відомість обсягів робіт

№	Найменування робіт	Одиниці вимірювання	Обсяг робіт
1	2	3	4
1	Подача арматурних виробів до місця складування	100 т	0,1598
2	Подача опалубки перекриття до місця влаштування	100 т	0,09
3	Влаштування опалубки перекриття та балконів	1 м <sup>2</sup>	751,75
4	Влаштування арматурних виробів перекриття та балконів (т до 50 кг)	1 шт.	320
5	Влаштування додаткової теплоізоляції балконних плит	100 м.п.	0,44
6	Подача бетонної суміші до місця бетонування	1 м <sup>3</sup>	140,12
7	Укладання бетонної суміші у конструкцію перекриття та балконів	1 м <sup>3</sup>	140,12
8	Догляд за бетоном	100 м <sup>2</sup>	7,27
9	Демонтування опалубки перекриття та балконів	1 м <sup>2</sup>	751,75

## 2. Визначення трудомісткості робіт.

Норма часу на влаштування додаткової теплоізоляції отримана шляхом хронометражних досліджень на об'єкті будівництва, розрахована і представлена в підрозділі 3.3.

## 3. Розрахунок заробітної плати робітників.

## 4. Складання калькуляції трудових витрат і заробітної плати робітників.

Користуючись загально відомою методикою розрахунків [107 – 117] була складена калькуляція (додаток 3.1), де зазначені чисельність і професійний склад комплексної бригади для виконання робіт. Процес влаштування додаткової теплоізоляції відбувається в межах процесу влаштування плити перекриття, тому виконавці робіт обох технологічних процесів: армувальники (3 розряд – 1 робітник, 2 розряд – 2 робітники)

## 5. Вибір засобів механізації.

Підібраний монтажний механізм, за трьома основним параметрам: вантажопідйомність крана, висота підйому гака та виліт стріли.

## 6. Варіантне техніко-економічне порівняння засобів механізації.

Для виробництва робіт в результаті техніко-економічного порівняння засобів механізації був прийнятий баштовий кран КБ – 571 Б.

## 7. Графік виробництва робіт.

Складений графік виробництва робіт представлений в додатку 3.4. З метою порівняння були складені калькуляції та графіки виробництва робіт окремо для влаштування монолітної плити перекриття з балконами та зовнішньої теплоізоляції балконів для типового поверху за [118, 119], (Додатки 3.2, 3.3, 3.5, 3.6). Виявилось, що тривалість влаштування додаткової теплоізоляції одного поверху складає 0,06 дня або 29 хвилин, в той час коли влаштування зовнішньої теплоізоляції балконів за технологією «Ceresit» [120] триватиме приблизно 13 днів на одному поверсі (з урахуванням технологічних перерв).

8. Організація і технологія будівельного процесу влаштування додаткової теплоізоляції.

Перед початком влаштування додаткової теплоізоляції виконані наступні роботи:

- встановлено опалубку та арматурні каркаси плити перекриття;
- встановлено опалубку та арматурні каркаси балконної плити;

Після встановлення арматурних каркасів і їх перевірки на відповідність робочим кресленням проекту, розпочинають влаштування додаткової теплоізоляції. Підготовлені пакети додаткової теплоізоляції за допомогою крану переміщують до місця монтажу.

Влаштування додаткової теплоізоляції виконують у наступному порядку:

- опускають пакет додаткової теплоізоляції в зону влаштування;
- розміщують фрагменти ізоляції в зоні монтажу;
- встановлюють блоки додаткової теплоізоляції у проектне положення;
- вивіряють положення фрагментів додаткової теплоізоляції та зв'язують її арматурні стрижні з арматурою балкону та плити перекриття;
- рівномірно укладають суміш бетону в опалубку плити перекриття і балконної плити і ущільнюють суміш у конструкціях.

#### 9. Вимоги до контролю якості та вказівки до виконання робіт.

Виробничий контроль якості будівельно-монтажних робіт включає вхідний контроль робочої документації, конструкцій, виробів, матеріалів та устаткування, операційний контроль окремих будівельних процесів або виробничих операцій і приймальний контроль будівельно-монтажних робіт [121].

Вхідний контроль полягає в перевірці якості технічної документації, а також виробів, що прибули на майданчик. У здійсненні вхідного контролю беруть участь постачальники, виконроби, бригадири, а за потреби також представники замовника.

Під час проведення вхідного контролю потрібно:

- перевірити супровідні документи, що засвідчують якість армованих теплоізоляційних виробів або матеріалів та конструкцій для їх виготовлення;
- перевірити комплектність поставки;
- перевірити відповідність параметрів зазначених у супровідній документації вимогам проекту;
- зареєструвати вироби в журналах обліку вхідного контролю;
- перевірити упакування, маркування, зовнішній вигляд поставки.

Операційний контроль якості є видом внутрішнього технічного контролю безпосередньо на робочих місцях у двох основних формах: самоконтролю і контролю керівного персоналу. Операційний контроль здійснюється в ході виконання робіт і забезпечує своєчасне виявлення дефектів та вживання заходів щодо їх усунення. Під час операційного контролю перевіряють дотримання технології влаштування теплоізоляційних елементів; відповідність виконуваних робіт будівельним нормам і правилам, а також технологічній карті.

Під час операційного контролю необхідно слідкувати за напрямом встановлення теплоізоляційних елементів (додаткової теплоізоляції), що обумовлений функціями і розміщенням окремих компонентів системи. Наприклад, нахилений арматурний стрижень, що пронизує теплоізоляцію елемента, сприймає поперечну силу. Цей стрижень являє собою діагональ від нижнього поясу балкону до верхнього поясу перекриття. Відтак, щоб забезпечити правильну роботу арматури, необхідно при влаштуванні елементів керуватись позначками: стрілки направлені в бік балкону. Напрямок встановлення елементів потрібно зазначати на всіх схемах та розрізах.

Довжина та діаметри арматурних стрижнів теплоізоляційних елементів підбираються за розрахунком проектувальником в кожному конкретному випадку. Положення встановлених теплоізоляційних елементів вивіряють. Для цієї операції необхідні такі геодезичні прилади як нівелір, лінійка, рулетка. Відхилення у відстані між рядами арматури не має перевищувати 10 мм.



Випуски арматури елемента з'єднують з арматурним каркасом конструкцій в'язальною арматурою з розрахованим кроком. По закінченні опалубних і арматурних робіт складається акт на приховані роботи за участі представників проектувальника, виконавця, замовника та Держнагляду. Наступним кроком є укладка бетонної суміші. Її подають баддями ємністю 1,0 м<sup>3</sup> за допомогою крану. Бетонна суміш може вільно скидатися з висоти не більше ніж 1 м.

Для фіксації положення елемента при бетонуванні необхідно забезпечити рівномірне заповнення опалубки та ущільнення бетонної суміші з обох боків. Тобто бетонна суміш має одночасно потрапляти в опалубку плити перекриття та балконної плити. Для цього можна здійснювати бетонування безпосередньо над закріпленою заздалегідь додатковою теплоізоляцією, симетрично розподіляючи суміш з обох боків. Верхній рівень укладеної бетонної суміші повинен бути на 50 – 70 мм нижче верху щитів опалубки

Ущільнення бетонної суміші виконується за допомогою поверхневих вібраторів. При ущільненні бетонної суміші не допускається опирання вібраторів на арматуру конструкцій та додаткової теплоізоляції. По закінченню операції бетон необхідно вкрити поліетиленовою плівкою для його захисту від атмосферних опадів та пересихання. При високій температурі зовнішнього повітря необхідно періодично зволожувати поверхню свіжого бетону для його захисту від розтріскування.

Опалубка і стійки для їх підпору прибираються повністю тільки після набирання бетоном 90% міцності.

Приймальний, або вихідний, контроль встановлених в тіло конструкції армованих теплоізоляційних елементів здійснюють на предмет відповідності результатів роботи вимогам технічної документації та нормативній документації, зокрема міжнародному стандарту ISO 9001 та [121].

10. Основні положення техніки безпеки виконання робіт при влаштуванні додаткової теплоізоляції плит балкону стосуються бетонних та арматурних робіт і приймаються згідно [122].

Запроектована технологічна карта представлена у додатку И.

#### 4.5 Пропозиції щодо підвищення енергоефективності конструктивних вузлів житлових будівель, що містять теплопровідні включення

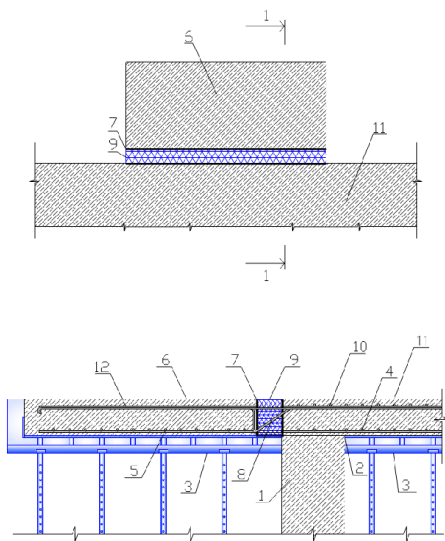
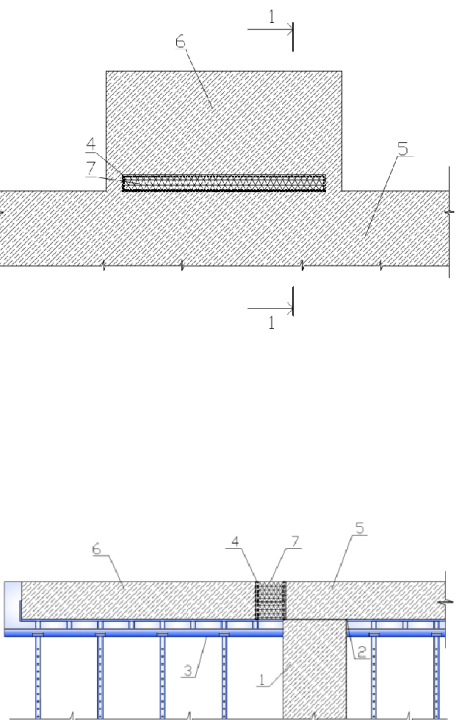
Викладені нижче (табл. 4.2 та додаток К) запатентовані конструктивно-технологічні рішення дозволяють зменшити зональні тепловитрати крізь матеріальні [124 – 126] та конструктивні теплопровідні включення [127 – 135, 137 – 139] на величину до 89%. Також наведена запатентована корисна модель стендового способу виробництва вітчизняних армованих теплоізоляційних елементів [136].

Таблиця 4.2

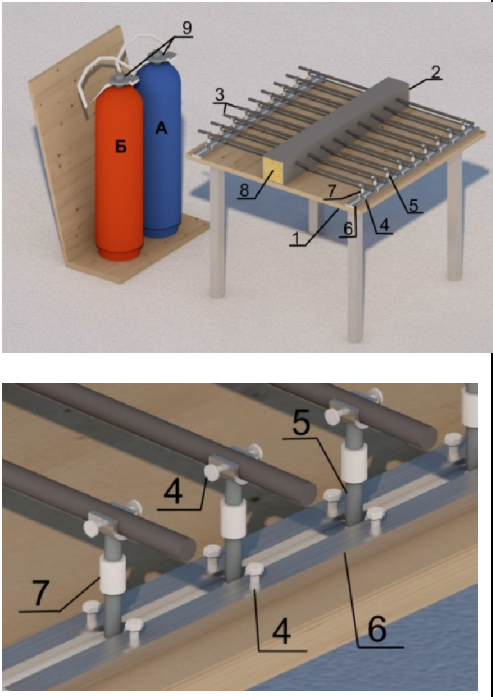
#### Розроблені та запатентовані корисні моделі

№	Суть корисної моделі	Графічний супровід
1	<p>Пат. № 95485</p> <p>Задача запропонованого технічного рішення полягає в покращенні теплоізоляційних властивостей конструктивного вузла «балконна плита – зовнішня стіна – плита перекриття» за рахунок усунення точкових теплопровідних включень, що сприяє покращенню мікроклімату приміщень та скороченню витрат на опалення.</p> <p>Поставлену задачу вирішують тим, що в способі улаштування енергозберігаючого конструктивного вузла «балконна плита – зовнішня стіна – плита перекриття», який включає бетонування монолітної плити перекриття та балконної плити з попереднім встановленням теплоізоляційного елемента, відповідно до корисної моделі елемент виконують у вигляді суцільного армованого блока на всю довжину балконної плити. Пропонуємий спосіб реалізують таким чином. Спочатку бетонують зовнішню стіну 1 до нижньої позначки плити перекриття 2, влаштовують опалубку 3 і встановлюють в проектне положення нижню арматуру плити перекриття 4 і арматуру 5 балкона 6, встановлюють в проектне положення теплоізоляційний елемент 7, монтують верхню арматурну сітку плити перекриття 8 і арматуру балкону 9, зв'язують арматуру теплоізоляційного елемента та арматуру конструкцій між собою, бетонують плиту перекриття та плиту балкону.</p>	

## Продовження табл. 4.2

1	2	3
2	<p>Пат. № 96542. Задача – пункт 1. Поставлену задачу вирішують тим, що в способі улаштування енергозберігаючого конструктивного вузла «балконна плита – зовнішня стіна – плита перекриття», який включає улаштування теплоізоляційного елементу з подальшим бетонуванням монолітної плити перекриття та балконної плити, відповідно до корисної моделі теплоізоляційний елемент улаштовують шляхом заповнення спіненим теплоізоляційним матеріалом полімерної незнімної армованої опалубки, яку закріплюють по всій довжині балконної плити. Пропонуємо спосіб реалізувати таким чином. Спочатку бетонують зовнішню стіну 1 до нижньої позначки плити перекриття 2, встановлюють опалубку плити перекриття та балконної плити 3 і розміщують нижню арматуру 4 плити перекриття і арматуру 5 балкона 6. Потім встановлюють в проектне положення незнімну полімерну опалубку 7 з арматурою 8 теплоізоляційного елементу, заповнюють полімерну опалубку спіненим теплоізоляційним матеріалом 9, монтуєть верхню арматурну сітку 10 плити перекриття 11 і арматуру балкони 12, зв'язують арматуру теплоізоляційного елементу та арматуру конструкцій між собою по всій довжині балконної плити, і далі бетонують плиту перекриття та плиту балкони.</p>	 <p>The drawings for patent 96542 include a cross-section (top) and an elevation (bottom). The cross-section shows a concrete wall (1) on the left, a slab (2) in the middle, and a balcony slab (3) on the right. A polymer formwork element (7) is embedded in the slab, containing foam insulation (9). Reinforcement bars (4, 5, 8, 10, 11, 12) are shown in their respective positions. The elevation view shows the wall (1) and slab (2) with reinforcement bars (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12) extending across the junction.</p>
3	<p>Пат. № 97939. Задача запропонованого технічного рішення полягає в покращенні теплоізоляційних властивостей конструктивного вузла «балконна плита – зовнішня стіна – плита перекриття» за рахунок усунення лінійного теплопровідного включення і скорочення до мінімуму кількість точкових теплопровідних включень, обумовлених конструктивними вимогами. Такий підхід сприятиме налагодженню теплового комфорту приміщень та скороченню витрат на опалення. Поставлену задачу вирішують тим, що в способі улаштування енергозберігаючого конструктивного вузла «балконна плита – зовнішня стіна – плита перекриття», який включає встановлення опалубки з подальшим улаштуванням монолітної плити перекриття, балконної плити та теплоізоляції, відповідно до корисної моделі плиту перекриття та плиту балкони з'єднують між собою за допомогою залізобетонних ділянок, а теплоізоляцію виконують в їх межах у вигляді суцільного елемента з еластичного матеріалу, який розташовують з зовнішнього боку масиву балконної плити за межами її защемлення. Бетонують зовнішню стіну 1 до нижньої позначки плити перекриття 2, встановлюють опалубку 3 плити перекриття та балконної плити, встановлюють опалубку 4 для влаштування порожнини під теплоізоляційний масив. Потім влаштовують плиту перекриття 5 та плиту балкони 6. Далі демонтують опалубку 4 та заповнюють її об'єм еластичним теплоізоляційним матеріалом 7, знімають опалубку 3 плити перекриття та балкони.</p>	 <p>The drawings for patent 97939 include a cross-section (top) and an elevation (bottom). The cross-section shows a concrete wall (1) on the left, a slab (2) in the middle, and a balcony slab (3) on the right. A cavity (4) is formed between the wall and the slab, containing elastic insulation (7). Reinforcement bars (4, 5, 6, 7) are shown. The elevation view shows the wall (1) and slab (2) with reinforcement bars (3, 4, 5, 6, 7) extending across the junction.</p>

Закінчення табл. 4.2

1	2	3
4	<p>Пат. № 103651. Задача запропонованого технічного рішення полягає у виключенні додаткових витрат праці на переміщення та підготовку устаткування з технологічного процесу влаштування теплоізоляційних елементів, що призведе до суттєвого скорочення тривалості та вартості робіт.</p> <p>Поставлену задачу вирішують тим, що в способі виготовлення армованого теплоізоляційного елемента, який включає заповнення спініним теплоізоляційним матеріалом незнімної армованої опалубки, відповідно до корисної моделі незнімну армовану опалубку попередньо закріплюють на стаціонарному стенді шляхом фіксації арматурних стрижнів за допомогою рухомих штативів, при цьому стенд разом з установкою для нагнітання спіненого теплоізоляційного матеріалу розміщують на спеціальному майданчику. Пропонуємий спосіб реалізують таким чином. Спочатку встановлюють на стенд 1 незнімну армовану опалубку 2, далі вивіряють та закріплюють арматурні стрижні 3 теплоізоляційного елемента за допомогою болтів 4 та рухомих штативів 5, які переміщуються по горизонталі вздовж напрямних профілів 6. Висота штативів регулюється муфтою 7. Потім всередину незнімної армованої опалубки нагнітають спінений теплоізоляційний матеріал 8 за допомогою установки 9.</p>	

## Висновки по розділу 4

1. Розроблено прикладний програмний продукт в середовищі електронних таблиць MS Excel для розрахунку прогнозованих техніко-економічних показників з улаштування теплоізоляції балконів в залежності від обраного варіанту технології виконання робіт.

2. Представлено автоматизований алгоритм розрахунку параметрів економічної ефективності розглянутих рішень (дисконтований термін окупності, дисконтований індекс прибутку). Термін дисконтованої окупності складає 8 – 9 років для всіх 4-х варіантів додаткової теплоізоляції. Натомість варіант зовнішньої теплоізоляції не окупиться впродовж життєвого циклу проекту (10 років – гарантійний період експлуатації системи). На 10-й рік не окупленою залишається ще сума в 171 тис. грн. Чиста приведена вартість набуває позитивних значень і коливається від 6,4 варіанту «ППУ» до

18,3 тис. грн. для варіанту «ПС». Дисконтований індекс прибутку перевищує 1 для варіантів додаткової теплоізоляції, в той час коли цей параметр для зовнішньої теплоізоляції є незадовільним.

3. Описані програмні продукти були застосовані для розробки методики вибору раціонального варіанту технології робіт з теплоізоляції балконів житлових будинків, яка дозволяє проектувальнику або замовнику вибрати оптимальне енергозберігаюче рішення на основі аналізу результуючих техніко-економічних показників кожного варіанту утеплення.

4. Поопераційно описано технологічний процес влаштування додаткової теплоізоляції з подальшою розробкою технологічної карти на влаштування перекриття з додатковою теплоізоляцією балконних плит. Тривалість влаштування додаткової теплоізоляції одного поверху складає 0,06 дня або 29 хвилин, в той час коли влаштування зовнішньої теплоізоляції балконів за технологією Ceresit триватиме приблизно 13 днів на одному поверсі (з урахуванням технологічних перерв). Трудомісткість влаштування додаткової теплоізоляції одного балкону складе 5,91 люд.-хв, а витрати праці на влаштування зовнішньої теплоізоляції такого балкону сягають 1935,96 люд.-хв або 4 люд. - дні. Вартість влаштування додаткової теплоізоляції одного балкону 538,5 грн., вартість влаштування зовнішньої теплоізоляції 2386,8 грн.

5. Викладені запатентовані конструктивно-технологічні рішення дозволяють зменшити негативний вплив матеріальних та конструктивних теплопровідних включень. Також наведена запатентована корисна модель стендового способу виробництва вітчизняних армованих теплоізоляційних елементів [124 – 139].

6. Впроваджено результати досліджень у практику будівництва та в навчальний процес, що підтвердило їх економічну ефективність та практичну доцільність. Загальний економічний ефект від упровадження результатів у виробництво становить 125 550 грн. (додаток Л).

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Науково-кваліфікаційна робота містить нове вирішення актуальної науково-прикладної задачі з удосконалення технології влаштування додаткової теплоізоляції конструктивного вузла «балконна плита – плита перекриття», оптимізованої за критеріями зниження трудовитрат та вартості, підвищення якості та експлуатаційної надійності при зведенні житлових будівель, що знайшло відображення у наступному:

1. На основі аналізу першоджерел і практики теплоізоляційних робіт висунуте припущення, що влаштування додаткової теплоізоляції теплопровідних включень житлових будівель дозволяє досягти енергозберігаючого ефекту під час їх експлуатації в залежності від обраних організаційно-технологічних рішень.

2. Виявлено недоліки технології зовнішнього утеплення в зонах теплопровідних включень балконів житлових будівель. Під час тепловізійного дослідження встановлено, що різниця між показниками температур на зовнішній поверхні огорожувальної конструкції в зоні основного поля та в зоні теплопровідного включення балкону знаходиться в діапазоні від 1,5 до 13,4 °C залежно від характеристик об'єкту дослідження та умов обстеження. Розрахунком для типових новобудов доведено, що такі термічні неоднорідності спричиняють додаткові експлуатаційні витрати на опалення в розмірі від 4,6 до 14,1% або від 2,2 до 18,1 тис. грн. в опалювальний сезон в цінах на 2014 рік.

3. Розроблено та запатентовано варіанти технологічних рішень способів влаштування додаткової теплоізоляції, що дозволяють скоротити тепловитрати через теплопровідні включення приблизно на 89%. При цьому температура в зоні теплопровідного включення підвищується з  $t'_g = 9,33^\circ\text{C}$  до  $18,53^\circ\text{C}$ , що створює комфортні умови у житловому приміщенні відповідно до чинних норм. Накопичення вологи в шарах конструкції з додатковою

теплоізоляцією не перевищує 2,5%, що свідчить про правильні умови експлуатації відповідно до стандартів України.

4. Підібрано будівельні матеріали, конструктивні елементи, комплектуючі та робочі інструменти для влаштування додаткової теплоізоляції. Виготовлено зразки та проведено експериментальні дослідження додаткової теплоізоляції балконної плити в умовах кліматичної камери з метою виявлення енергозберігаючого ефекту у порівнянні з монолітним залізобетонним поєднанням плити балкону та перекриття. Влаштування додаткової теплоізоляції дозволяє підвищити температуру плити перекриття з внутрішнього боку в зоні теплопровідного включення на 6,7 °С та призводить до витрат праці у розмірі 3,26 люд.-год/100 м.п.

5. Досліджено структуру виробничих процесів влаштування промислових зразків додаткової теплоізоляції балконів в умовах будівництва. Розраховано питомі витрати праці, які були використані для оцінки ефективності технологічних процесів влаштування додаткової теплоізоляції за критеріями зниження трудомісткості, тривалості та вартості у порівнянні з улаштуванням зовнішньої теплоізоляції балконів. Доведено, що застосування додаткової теплоізоляції дозволяє скоротити вартість робіт на суму від 126,334 до 345,406 тис. грн. у порівнянні з варіантом влаштування зовнішньої теплоізоляції для розглянутих новобудов. Влаштування розроблених організаційно-технологічних рішень коштує в середньому в 4 рази дешевше, ніж існуюча технологія при майже однакових значеннях (з різницею в 1 – 4%) експлуатаційного економічного ефекту (економії тепловитрат в опалювальний сезон). Влаштування додаткової теплоізоляції, наприклад, для об'єкту дослідження під шифром 1.1 відповідає показнику 21 люд.-год, в той час як влаштування зовнішньої теплоізоляції балконів цієї ж будівлі відповідає витратам праці у 5401 люд.-год.

6. Розроблено методичну схему вибору раціонального варіанту технології робіт із теплоізоляції балконів житлових будинків, яка дозволяє проектувальнику або замовнику вибрати оптимальне енергозберігаюче

рішення на основі аналізу результуючих техніко-економічних показників кожного варіанту утеплення. Розроблено технологічну карту на влаштування перекриття з додатковою теплоізоляцією балконних плит типового поверху житлової будівлі. Розрахунком встановлено, що трудомісткість влаштування додаткової теплоізоляції одного балкону розглянутої будівлі складе 5,91 люд.-хв, а витрати праці на влаштування зовнішньої теплоізоляції такого балкону сягають 1935,96 люд.-хв або 4 люд.-дні.

7. Підприємства ТОВ «ГК РВМ» та ТОВ «АУРУМ» впровадили результати досліджень в практику будівництва, що підтвердило їх економічну ефективність та технічну доцільність. Загальний економічний ефект від упровадження результатів у виробництво становить 125 550 грн.



**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Плачкова С. Г. Енергетика: історія, сучасність і майбутнє / Плачкова С. Г. – К.: Лібра, 2010. – 321с.
2. Долінський А. А. Енергозбереження: більш ніж клондайк для економіки України або ціна перерваної культурної традиції / Долінський А. А. // Дзеркало тижня. – 2006. – №22(601). – С. 14 – 17.
3. Ресурсозбереження в технології влаштування та відновлення властивостей зовнішніх стін цивільних будівель : навчальний посібник / [А. М. Березюк, К. Б. Дікарев, А. О. Скокова та ін.]. – Дніпропетровськ : «Роял Принт», 2014. – 264 с.
4. Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 4 березня 2013 року № 82 «Про затвердження Зміни № 1 ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель»// Ліга Закон. – Режим доступу: [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/FIN85441.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/FIN85441.html)
5. Теплова ізоляція будівель : ДБН В.2.6-31:2006. – [Чинні від 01-01-2006]. – К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006. – 71с. – (Державні будівельні норми України).
6. Енергоефективність в Україні: матеріали конференції [«III Європейсько-Український енергетичний день»], (Київ, 29 травня 2012 р.) / Інформ. бюл. – К.: III Європейсько-Український енергетичний день, 2012. – 25с.
7. Енергетична ефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання при опаленні та охолодженні (EN ISO 13790:2008, IDT) : ДСТУ Б EN ISO 13790:2011. – [Чинний від 01-01-2013]. – К. : НДІБК, 2011. – 229 с. – (Національний стандарт України).
8. Розділ «Енергоефективність» у складі проектної документації об'єктів : ДСТУ Б А.2.2-8:2010. – [Чинний від 20-01-2010]. – К. Мінрегіонбуд України, 2010. – 47с. – (Національний стандарт України).

9. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції: ДСТУ – Н Б А.2.2-5:2007.– [Чинний від 07-01-2008]. – К. Мінрегіонбуд України, 2008. – 44с. – (Національний стандарт України).
10. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель: ДСТУ Б В.2.6 – 189:2013 – [Чинний від 01-01-2013]. – К. Мінрегіонбуд України, 2013. – 56с. – (Національний стандарт України).
11. Основні вимоги до будівель і споруд. Економія енергії: ДБН В.1.2-11-2008.– [Чинний від 10-01-2008]. – К. Мінрегіонбуд України, 2008. – 58с. – (Державні будівельні норми України).
12. Конструкції будинків та споруд. Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками. Загальні технічні умови: ДСТУ Б В.2.6-36:2008. – [Чинний від 27-11-2008]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 36 с. – (Національний стандарт України).
13. Конструкції будинків та споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації: ДБН В.2.6-33:2008. – [Чинний від 01-12-2008]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 23 с. – (Державні будівельні норми України).
14. Про енергозбереження. Закон України від 01.07.1994 № 30, ст. 283 (редакція станом на 09.05.2015) // Офіційний портал Верховної Ради України. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/74/94-%D0%B2%D1%80>
15. Про комплексну реконструкцію кварталів застарілого житлового фонду. Закон України від 2007, N 10, ст.88 (редакція станом на 18.11.2012) // Офіційний портал Верховної Ради України. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/525-16>
16. Про енергетичну ефективність житлових та громадських будівель. Проект закону від 12.01.2012 № 9683 // Офіційний портал Верховної Ради України. – Режим доступу: [http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4\\_1?pf3511=42294](http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=42294)

17. Про заходи щодо реконструкції житлових будинків перших масових серій. Постанова ВРУ від від 14 травня 1999 р. № 820 // Офіційний портал Верховної Ради України. – Режим доступу:  
<http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/820-99-%D0%BF>
18. Про підсумки парламентських слухань «Енергетична стратегія України на період до 2030 року». Постанова ВРУ від 24.05.2001 №2455-14 // Офіційний портал Верховної Ради України. – Режим доступу:  
<http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2455-14>
19. Ministère de l'environnement de l'énergie et de la mer. Réglementation thermique 2012: Un saut énergétique pour les bâtiments neufs / Grenelle environnement. Paris // Développement durable. – Avril 2011. – Режим доступу: <http://www.developpement-durable.gouv.fr>
20. Басок Б. І. Концептуальні основи створення експериментального будинку пасивного типу (загальною площею 300 кв. м) / Б. І. Басок, Г. Г. Фаренюк // Будівельні конструкції. – 2014. – № 81. – С. 233 – 243.
21. Centre scientifique et technique du bâtiment. – Режим доступу:  
<http://www.cstb.fr/>
22. Mise en oeuvre des rupteurs de ponts thermiques sous avis techniques. Guide en cadre de programme «Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012». – Paris: NEUF, 2013. – 61 с.
23. Назарова В. И. Современные лоджии, балконы и окна / Назарова В. И. – Москва : Рипол Классик, 2000. – 286 с.
24. Фаренюк Г. Г. Дослідження будівельних конструкцій і матеріалів за теплотехнічними та теплофізичними показниками / Г. Г. Фаренюк, Є. Г. Фаренюк, Є. С. Колесник // Наука та будівництво. – 2014. – № 1. – С. 30 – 36.
25. Фаренюк Г. Г. Нові норми розрахунку температурно-вологісного режиму огорожувальних конструкцій / Г. Г. Фаренюк, О. Б. Олексієнко // Збірник наукових праць Полтавського національного технічного університету

- ім. Ю. Кондратюка. Сер. : Галузеве машинобудування, будівництво. – 2013. – С. 224 – 232.
26. Фаренюк Г. Г. Стійкість до кліматичних впливів конструкції фасадної теплоізоляції з опорядженням штукатуркою / Г. Г. Фаренюк, О. Б. Борисенко // Комунальне господарство міст. – 2013. – С. 3 – 9.
27. Савицький М. В. Систематизація та аналіз існуючих технологій зведення екологічних малоповерхових будинків з соломи / М. В. Савицький, М. М. Бабенко // Строительство. Материаловедение. Машиностроение: сб. науч. тр. – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2011. – Вып. №60. – С. 163 – 168.
28. Екологічне енергоефективне малоповерхове будівництво / Савицький М. В., Коваль О.О., Юрченко Є.Л. [та ін.] // Строительство. Материаловедение. Машиностроение: сб. науч. тр. – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2010. – Вып. №55. – С. 26 – 30.
29. Шаленний В. Т. Вибір доцільної технології відновлення властивостей зовнішніх систем теплоізоляції з опорядженням штукатурками / В. Т. Шаленний, А. О. Скокова // Будівництво України. – 2012. – № 4. – С. 2 – 7.
30. Шаленний В. Т. Вибір та розвиток доцільної технології відновлення властивостей фасадних систем теплоізоляції будинків із опорядженням легкою штукатуркою / В. Т. Шаленний, А. О. Скокова // Строительство и техногенная безопасность. – Симферополь : НАПКС, 2012. – Вып. № 42. – С. 81 – 90.
31. Кравчуновська Т. С. Розвиток наукових основ організаційно-технологічного проектування комплексної реконструкції житлової забудови: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук : спец. 05.23.08 «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва» / Т. С. Кравчуновська. – Дніпропетровськ, 2011. – 33 с.
32. Савйовский В. В. Устройство тепло-, гидроизоляции покрытия здания напыляемым пенополиуретаном / В. В. Савйовский, А. В. Палагута, А. В. Савйовський // Будівництво України. – 2011. – №5. – С. 16 – 18.

33. Осипов А. Ф. Ревитализация населенных мест / А. Ф. Осипов, А. А. Осипова // Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. збір. – К. : КНУБА, 2015. – Вип. 58. – С. 365 – 371.
34. Скокова А. О. Развитие технологий работ из восстановления властивостей фасадной теплоизоляции будинків з опорядженням тонкошаровими штукатурками : дис. ... кандидата техн. наук : спец. 05.23.08 / Скокова Альона Олексіївна. – Дніпропетровськ, 2013. – 151 с.
35. Менайлюк А. И. Анализ эффективности применения систем теплоизоляции «Ceresit WM» в натуральных условиях / А. И. Менайлюк, В. Г. Соха, И. Н. Бабий // Строительные материалы и изделия. – 2010. – № 2. – С. 27 – 28.
36. Дікарев К. Б. Вибір та обґрунтування технології і організації утеплення та оздоблення будівель при їх модернізації : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.23.08 «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва» /К. Б. Дікарев. – Дніпропетровськ, 2008. – 20 с.
37. Система скріпленої зовнішньої теплоізоляції будівель і споруд «Ceresit» : Посібник з проектування, улаштування та експлуатації системи до СНиП 3.03.01–87 «Несущие и ограждающие конструкции» / [Є. К. Карапузов, В. Г. Соха, А. Н. Величко та ін.].– К. : МП Леся, 2009. – 238с.
38. Соха В. Г. Влияние технологических параметров устройства системы скрепленной теплоизоляции на ее надежность и долговечность / В. Г. Соха // Вестник Одесской государственной академии строительства и архитектуры. – Одесса : ОГАСА, 2010. – Вып. 37. – С. 35 – 41.
39. ThiThanh Huyen Nguyen. Analyses du comportement de rupteurs thermiques sous sollicitations sismiques. Thèse présentée pour l'obtention du titre du docteur, Ecole normale supérieure de Cachan, France / Т. Н. Nguyen. – Cachan, 2012. – 162 p.

40. Kaemmerlen Aurélie. Transfert de chaleur à travers les isolants thermiques du bâtiment. Thèse présentée pour l'obtention du titre de docteur. Henri Poincaré University, France / A. Kaemmerlen. – Nancy, 2009. – 257 p.
41. Alrick Amann. Analyse de la structure porteuse d'un bâtiment de logement. Projet de fin d'études. Mémoire. INSA Strasbourg / A. Amann. – Genève, 2010. – 75 p.
42. Колесник Є.С. Методи розрахунку теплопередачі через ґрунт / Є.С. Колесник, О.М. Білоус // Вісник Донбаської нац. акад. будівництва і архітектури. – 2012. – Вип. 5(97). – С. 10 – 16.
43. Колесник Є.С. Визначення лінійних коефіцієнтів теплопередачі вузлів примикань огорожень, що контактують з ґрунтом/ Є. С. Колесник, О.М. Білоус // Будівельні конструкції. – 2014. – Вип.80. – с. 11 – 16.
44. Кузнецова О. О. Моделювання впливу термічних неоднорідностей на приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій будинків / О. О. Кузнецова // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2013. – № 6. – С. 126 – 135
45. Колесник Є. С. Визначення товщини теплоізоляційного шару зовнішніх стін монолітно-каркасних будинків за критерієм допустимої величини приведенного опору теплопередачі / Є.С. Колесник // Строительство и техногенная безопасность. – 2012. – № 41. – С. 132 – 139.
46. Симонова И. Н. Проблемы энергоэффективности в коммунальной сфере / И. Н. Симонова, В. М. Долголаптев, С. И. Симонов // Сборник научных трудов Донбасского государственного технического университета. – 2013. – Вып. 39. – С. 181 – 186.
47. Експериментальні дослідження теплопровідності огорожувальних конструкцій із сталевих тонкостінних профілів / В. О. Семко, М. В. Лещенко, Л. М. Філіпович [та ін.] // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – 2013. – Вип. 25. – С. 606 – 611.
48. Qualification et certification des entreprises de construction. QUALIBAT. – Режим доступу: <http://www.qualibat.com>

49. Falempin, M. Transfers d'humidité à travers les parois en rénovation / M. Falempin. – Vertuoze, Loos-en-Vohelle, 2013 – 120 p.
50. Thermal bridging analysis on cladding systems for building facades / Theodosiou, T.G.; Tsikaloudaki, A.G.; Kontoleon, K.J. [and others] // Energy Build. – 2015. – № 109. – P. 377–384.
51. Experimental and numerical characterization of thermal bridges in prefabricated building walls / Zalewski, L.; Lassue, S.; Rouse, D. [and others] // Energy Convers. Manag. – 2010. – № 51. – P. 2869–2877.
52. Experimental and numerical investigation of thermal bridging effects of jointed Vacuum Insulation Panels / Lorenzati, A.; Fantucci, S.; Capozzoli, A. [and others] // Energy Build. – 2016. – № 111. – P. 164–175.
53. Gea, H. Impact of Balcony Thermal Bridges on the Overall Thermal Performance of Multi-Unit Residential Buildings: A Case Study / Gea, H., McClung, V.R., Zhang, S. // Energy and Buildings. – 2013. – № 60. – P. 163 – 173.
54. Теплопровідні включення в будівельних конструкціях. Обчислення теплового потоку та поверхневої температури. Частина 1. Загальні методи: ДСТУ ISO 10211-1:2005. – [Чинний від 01-03-2008]. – К. : Держспоживстандарт України, 2008. – 21 с. – (Національний стандарт України).
55. Теплопровідні включення в будівельних конструкціях. Обчислення теплового потоку та поверхневої температури. Частина 2. Лінійні теплопровідні включення : ДСТУ ISO 10211-2:2005. – [Чинний від 01-03-2008]. – К. : Держспоживстандарт України, 2008. – 17 с. – (Національний стандарт України).
56. Теплові характеристики будівель. Якісне виявлення теплових відмов в огорожувальних конструкціях. Інфрачервоний метод (EN 13187:1998, IDT): ДСТУ Б EN 13187 :2011. – [Чинний від 01-01-2013]. – К. : Мінрегіон України, 2012. – 28 с. – (Національний стандарт України).

57. Кузьменко О. М. Дослідження практичного застосування і ефективності використання відновлюваних джерел енергії у житловому будівництві / А. М. Березюк, К. Б. Дікарев, Р. Б. Папірник, А. О. Скокова, О. М. Кузьменко // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дніпропетровськ :ДВНЗ ПДАБА, 2013. – № 8. – С. 28 – 32.
58. Дослідження мікроструктури теплозахисного покриття на основі скляних і керамічних мікросфер /А. М. Березюк, К. Б. Дікарев, Р. Б. Папірник [та ін] // Науковий вісник будівництва. – Харків: Харківський національний університет будівництва та архітектури, 2014. – Збірник 2/76. – С. 115 – 122.
59. Новое конструктивное решение сопряжения наружных стен с монолитными междуэтажными перекрытиями и балконными плитами / Н.П.Умнякова, Т.С. Егорова, К.С. Андрейцева [и др.] // Строительные материалы – Москва, 2013. – С. 28 – 31.
60. Повышение энергоэффективности зданий за счет повышения теплотехнической однородности наружных стен в зоне сопряжения с балконными плитами/ Н.П.Умнякова, Т.С. Егорова, П.Б. Белогуров [и др.] // Строительные материалы. – Москва, 2012. – № 6. – С. 19 – 21.
61. Егорова Т.С. Повышение энергоэффективности зданий благодаря устранению критических мостиков холода и непрерывной изоляции выступающих строительных конструкций / Т. С. Егорова, В. Е. Черкас // Вестник МГСУ. – Москва, 2011. – №3. – С. 421 – 428.
62. Устранение критических мостиков холода / Егорова Т. С., Федотова А. А., Черкас В. Е. [и др.] // Кровельные и изоляционные материалы. – Москва, 2013. – № 4. – С. 26-32.
63. Тишнер-Егорова Т. А. Совершенствование метода расчета теплозащитных свойств узла сопряжения плиты перекрытия со стеной для повышения энергоэффективности здания : диссертация канд. техн. наук: спец.



- 05.23.01 / Тишнер-Егорова Татьяна Эмилия Августовна. – Москва, 2016. – 156 с.
64. Schock. Innovative building solutions / Schock // Experts in thermal bridging solutions. – 2012. – Режим доступа: <http://www.schock-us.com/>
65. Thermal performance evaluation of fiber-reinforced polymer thermalbreaks for balcony connections / Kyriaki Goulouti, Julia de Castro, Anastasios P. Vassilopoulos [and others] // Energy and Buildings. – 2014. – Vol. 70. – P. 365 – 371.
66. Kyriaki Goulouti. Aramid/glass fiber-reinforced thermal break – thermal and structural performance. / Kyriaki Goulouti, Julia de Castro, Thomas Keller // Composite Structures. – 2016. – Vol. 136. – P. 113 – 123.
67. G. Evolaa. Energy and cost evaluation of thermal bridge correction in Mediterranean climate / G. Evolaa, G. Marganib, L. Marlettac // Energy and Buildings. – 2011. – Vol. 43, Issue 9. – P. 2385–2393.
68. Karim Ghazi Wakili. Experimental and numerical thermal analysis of a balcony board with integrated glass fibre reinforced polymer GFRP elements / Karim Ghazi Wakili, Hans Simmler, Thomas Frank // Energy and Buildings. – 2007. – Vol. 39. – P. 76–81.
69. T. Catalina. Evaluation of thermal comfort using combined CFD and experimentation study in a test room equipped with a cooling ceiling / T. Catalina, J. Virgone, F. Kuznik // Building and Environment, Elsevier. – 2009. – Vol. 44 (8). – P.1740-1750.
70. Пат. 56256 Україна, МПК11 Е04В 1/16. Енергозберігаюча конструкція балконної плити у будівлях з монолітним перекриттям / О. В. Сергейчук, В. В. Злоба, М. О. Штокерт; заявник та патентовласник ДВНЗ «КНУБА». – № u201006920, заявл. 04.06.2010; опубл. 10.01.2011. Бюл. №1. – 4с.
71. Овсянников С.Н. Теплозащитные характеристики наружных стеновых конструкций с теплопроводными включениями / С.Н. Овсянников, Т.О. Вязова // Строительные материалы. – 2013. – С. 24 –27.

72. Будівельна кліматологія: ДСТУ – Н Б В.1.1-27:2010. – [Чинний від 01-11-2011]. – К.: Мінрегіон України, 2011. – 123 с. – (Національний стандарт України).
73. Данилов М. П. Строительная теплофизика в задачах, примерах и рекомендациях. – Днепропетровск: РИО ПГАСА, 2002. – 215 с.
74. Теплоустойчивость зданий в экосистеме «окружающая среда-здание-человек» (аварийно-дефицитные тепловые режимы, гелио- и ветровые аспекты) / [Данилов М. П., Ветвицкий И. Л., Чесанов Л. Г., Колесник И. А.]. – Днепропетровск: Поліграфіст, 2004. – 262 с.
75. Методичні вказівки до курсової роботи з дисципліни «Будівельна теплофізика» / Укладачі: Колесник І. О., Житченко І. В., Каїрбекова Н. С. – Дніпропетровськ: ДВНЗ «ПДАБА», 2010. – 28 с.
76. Кузьменко О. Удосконалення енергозберігаючого конструктивного вузла «балконна плита – зовнішня стіна – плита перекриття» / А. Березюк, К. Дікарев, Д. Волчок, А. Скокова, О. Кузьменко, С. Зайцев // Theoretical foundations of civil engineering. – Dnipropetrovsk: PSACEA, 2014. – Vol. 22. – P. 57 – 62.
77. Анализ статистической совокупности в программе MS EXCEL : [Методические указания и задание к лабораторной работе № 1] // Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пензенский государственный университет», – Пенза ИИЦ ПГУ, 2007. – 58 с.
78. Кузьменко А. Н. Использование современных конструктивно-технологических решений для устранения мостиков холода в гражданском строительстве / А. Н. Березюк, К. Б. Дикарев, А. Н. Кузьменко, Т. В. Мяслик // Строительство, материаловедение, машиностроение. – Днепропетровск: ГВУЗ ПГАСА, 2014. – Вып. 74. – С. 141 – 145.
79. Кузьменко О. М. Покращення параметрів мікроклімату внаслідок використання новітніх конструктивно-технологічних рішень / К. Б. Дікарев, І. Л. Ветвицький, І. О. Колесник, О. М. Кузьменко // Строительство,

- материаловедение, машиностроение. – Днепропетровск: ГВУЗ ПГАСА, 2014. – Вып. 76. – С. 106 – 110.
80. Анализ температурно-влажностных параметров конструктивного узла «балконная плита – ограждающая конструкция – плита перекрытия» в случае применения эффективной теплоизоляции / А. Н. Березюк, К. Б. Дикарев, А. А. Скокова [и др.] // Строительство, материаловедение, машиностроение. – Днепропетровск: ГВУЗ ПГАСА, 2015. – Вып. 80. – С. 60 – 66.
81. Кузьменко О. Конструктивно-технологічні рішення щодо усунення містків холоду в огорожувальних конструкціях цивільних будинків / А. Березюк, К. Дікарев, А. Скокова, О. Кузьменко, Д. Лісняк // Theoretical foundations of civil engineering. – Dnipropetrovsk: PSACEA, 2015. – Vol. 23, р.ІІ. – Р. 43 – 48.
82. Kuzmenko O. Experimental and numerical thermal analysis of joint connection «floor slab – balcony slabe» with integrated thermal break /K. Dikarev, A. Berezyuk, O. Kuzmenko, A. Skokova // Energy Procedia, 2016. – № 85. – Р. 184 – 192. Available at:  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610215029902>
83. Капшук О.А. Ресурсозберігаючий розвиток виробництва залізобетонних конструкцій у сучасних системах розбірно–переставних опалубок: дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук: 05. 23. 08 / Ольга Анатоліївна Капшук. – Дніпропетровськ, 2014. – 244 с.
84. Нормирование труда рабочих в строительстве / [Е. Ф. Балова, Р. С. Бекерман, Н. Н. Евтушенко и др.]. – М. : Стройиздат, 1985. – 440 с.
85. Организация труда. Основные понятия. Термины и определения: ГОСТ 19605-74. – [Введен 01-08-74]. – М. : Изд-во стандартов, 1974. – 2 с. – (Государственный стандарт союза ССР)
86. Генкин Б. М. Организация, нормирование и оплата труда на промышленных предприятиях: [учебник для ВУЗов] / Генкин Б. М. – М.: НОРМА, 2003. – 389 с.

87. Нормирование труда рабочих в строительстве, ВНИПИ труда в строительстве Госстроя СССР. – М. : Стройиздат, 1985. – 38с.
88. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу : ГН 3.3.5–8–6.6.1 2002. – [Чинний від 27-12-2001]. – К.: Міністерство охорони здоров'я України, 2001. – 108 с. – (Гігієнічні нормативи).
89. Рофе А. И. Организация и нормирование труда: [учебник для вузов] / Рофе А. И. – М. : Издательство «МИК», 2003. – 366 с.
90. Остапенко Ю. М. Экономика труда: [учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по экон. спец. ] / Остапенко Ю. М. – 2-е изд., – М: ИНФРА-М, 2007. – 272 с.
91. Правила визначення вартості будівництва : ДСТУ Б Д.1.1-1:2013. – [Чинний від 01-01-2014]. – К. : Мінрегіон України, 2013. – 88 с. – (Національний стандарт України).
92. Ершова Н. М. Экономико-математические методы и модели принятия решений в условия определенности, неопределенности и риска : монография / Н. М. Ершова, В. П. Скрипник. – Днепропетровск : ПГАСА, 2011. – 350 с.
93. Богданов Г. П. Теория статистики : [конспект лекций]. / Г. П. Богданов – Батырево: Издательство Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», 2009.– 109 с.
94. Нормативы на подготовительно-заключительную работу и отдых для применения при проектировании норм труда в строительстве : [нормативно-технический материал] / Всесоюз. науч.-исслед. и проект. ин-т труда в стр-ве Госстроя СССР. - М.: Прейскурант, 1988. – 21 с.
95. Кузьменко О. М. Результати хронометражних досліджень виробничих процесів влаштування додаткової теплоізоляції житлових будинків / А. М. Березюк, К. Б. Дікарев, А. О. Скокова, О. М. Кузьменко //

- Строительство, материаловедение, машиностроение. – Днепропетровск: ГВУЗ ПГАСА, 2016. – Вып. 90. – С. 48 – 54.
96. Дубров А. М. Многомерные статистические методы / Дубров А. М., Мхитарян В. С., Трошин Л. И. – М. : Финансы и статистика, 2001. – 368 с.
97. Ершова Н. М. Экономико-математическое моделирование: Конспект лекций / Ершова Н. М. – Днепропетровск: ПГАСА, 2008. – 246 с.
98. Ершова Н. М. Реализация в среде электронных таблиц методов корреляционно-регрессионного анализа и прогнозирования / Ершова Н. М. – Днепропетровск: ПГАСА, 2002. – 50 с.
99. Ершова Н. М., Цыбрий Л. В. Корреляционно-регрессионный анализ данных наблюдений / Ершова Н. М. - Днепропетровск: ПГАСА, 2003. – 64 с.
100. Ершова Н. М. Корреляционно-регрессионный анализ данных наблюдений. Методические указания к выполнению РГР / Ершова Н. М. – Днепропетровск: ПГАСА, 2007. – 52 с.
101. Янковой А. Г. Математико-статистические методы и модели в управлении предприятием: Учебное пособие / Янковой А. Г. – Одесса: ОНЭУ, ротапринт, 2014. – 250 с.
102. Беренс В. Руководство по оценке эффективности инвестиций / В. Беренс, П. М. Хавранек; пер. с англ. – М.: Интерэксперт; ИНФРА-М, 1995. – 528 с.
103. Норматив ПРО. Методичні рекомендації з розробки бізнес-планів інвестиційних проектів : затверджені наказом Державного агентства України з інвестицій та розвитку від 31.08.2010, № 73 / Норматив ПРО // Document.UA. – Режим доступу : <http://document.ua/pro-zatverdzhennja-metodichnih-rekomendacii-z-rozrobkibizne-doc31334.html>
104. Рябых Д. Оценка эффективности проекта. NPV или IRR / Д. Рябых // Financial director. – 2008. – № 7. – Режим доступа: <http://www.fd.ru/reader2.htm?id=564#>.
105. Янковий О. Г. Аналіз залежності NPV інвестиційного проекту від ціни залученого капіталу / О. Г. Янковий // Прикладний менеджмент та інновації. – 2012. – № 2. – С. 294 – 303.

106. Halfen. Hit insulated connection / Halfen // Halfen. Your best connections. – Режим доступа:  
<http://www.halfen.com/en/769/products/reinforcement-systems/halfen-hit-insulated-connection/introduction/>
107. Технологія будівельного виробництва. Підручник / [В. К. Черненко, М. Г. Ярмоленко, Г. М. Батура та ін.]; За редакцією В. К. Черненка, М. Г. Ярмоленка. – К.: Вища школа, 2002. – 430 с.
108. Технология строительных процессов: Учебник для вузов по специальности ПГС / [Афанасьев А. А., Данилов Н. Н., Копылов В. Д. и др.]. – М.: Высшая школа, 1997. – 234 с.
109. Технология строительного производства: Учебник для вузов / [С. С. Атаев, Н. Н. Данилов, Б. В. Прыкин и др.]. – М.: Стройиздат, 1984. – 559 с.
110. ЕНиР на строительномонтажные и ремонтностроительные работы. Сборник Е1. Внутривозовые и транспортные работы. – М.: Стройиздат, 1986. – 29с.
111. ЕНиР на строительномонтажные и ремонтностроительные работы. Сборник Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. Вып.1. Здания и промышленные сооружения. – М.: Стройиздат, 1986. – 64с.
112. ЕНиР на строительномонтажные и ремонтностроительные работы. Сборник Е5. Монтаж металлических конструкций. Вып.1. Здания и промышленные сооружения. – М.: Стройиздат, 1986. – 23с.
113. ЕНиР на строительномонтажные и ремонтностроительные работы. Сборник Е6. Плотничные и столярные работы в зданиях и сооружениях. – М.: Стройиздат, 1986. – 57с.
114. ЕНиР на строительномонтажные и ремонтностроительные работы. Сборник Е8. Отделочные покрытия строительных конструкций. Вып.1. Отделочные работы. – М.: Стройиздат, 1986. – 79с.

115. ЕНиР на строительно-монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е11. Изоляционные работы. – М.: Стройиздат, 1986. – 62с.
116. Охорона праці, технічна та пожежна безпека будівництва і реконструкції об'єктів : підручник / [О. М. Лівінський, А. Д. Єсипенко, В. Т. Шаленний та ін.]. – Київ : МП Леся, 2012. – 440 с.
117. Облицювання поверхонь та інші оздоблювальні роботи. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 15 : ДСТУ Б Д.2.2-6:2008. – Офіц. вид. – К. : Мінрегіонбуд України, 2008. – 42 с. – (Національний стандарт України).
118. Соха В. Г. Технологические карты на устройство теплоизоляции 100 м<sup>2</sup> конструкций / В. Г. Соха. – К. : Вища освіта, 2009. – 160 с.
119. Методичні вказівки до розробки технологічної карти з улаштування штукатурної системи зовнішньої теплоізоляції будинку для студентів напряму підготовки 6.060101 «Будівництво» денної форми навчання / Укладачі: Дзюбан О. В., Дікарев К. Б., Скокова А. О., Кислиця Л.В., Кузьменко О. М. – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2015.– 42 с.
120. Система скріпленої зовнішньої теплоізоляції будівель і споруд «Ceresit» : Посібник з проектування, улаштування та експлуатації системи до СНиП 3.03.01–87 «Несущие и ограждающие конструкции» / Є. К. Карапузов, В. Г. Соха, А. Н. Величко, О. М. Лівінський, Б. С., Дамаскін, М. Ф. Друкований. – 2-ге вид., доповн. і перобл. – К. : МП Леся, 2009. – 238с.
121. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1-5-2009. – [Чинний від 01-01-2012]. – К. Мінрегіонбуд України, 2011. – 61с. – (Державні будівельні норми України).
122. Охорона праці і промислова безпека в будівництві: ДБН А.3.2-2-2009. – [Чинний від 01-04-2012]. – К. Мінрегіонбуд України, 2012. – 94с. – (Державні будівельні норми України).
123. Kuzmenko O. Estimation of indoor temperature on condition that building envelope is damaged / V. Petrenko, K. Dikarev, A. Skokova, O. Kuzmenko //

Energy performance of buildings: 8th international conference, 2-3 June 2016: abstract book. – Bucharest, 2016. – P. 30 – 31.

124. Пат. 88636 Україна, МПК E04B 1/76. Спосіб улаштування рідкої теплоізоляції / А. М. Березюк, В. Т. Шаленний, П. І. Несевря, К. Б. Дікарев, А. О. Скокова, О. М. Кузьменко; заявник та патентовласник Березюк А. М. – № у 2013 12030, заявл. 14.10.2013; опубл. 25.03.2014. Бюл. №6. – 4 с.
125. Пат. 89514 Україна, МПК E04B 1/76. Спосіб улаштування теплоізоляції / А. М. Березюк, К. Б. Дікарев, П. І. Несевря, А. О. Скокова, О. М. Кузьменко, І. С. Дмитренко, М. А. Долотій, В. Т. Шаленний; заявник та патентовласник ДВНЗ «ПДАБА». – № у 2013 12983, заявл. 08.11.2013; опубл. 25.04.2014. Бюл. №8. – 4 с.
126. Пат. 89679 Україна, МПК E04B 1/76. Спосіб улаштування теплоізоляційної системи / А. М. Березюк, В. Т. Шаленний, К. Б. Дікарев, А. О. Скокова, О. М. Кузьменко, І. Ф. Огданський, О. А. Одинець; заявник та патентовласник ДВНЗ «ПДАБА». – № у 2013 14331, заявл. 09.12.2013; опубл. 25.04.2014. Бюл. №8. – 4 с.
127. Пат. 95485 Україна, МПК E04B 1/74. Спосіб улаштування енергозберігаючого конструктивного вузла «балконна плита – зовнішня стіна – плита перекриття» / А. М. Березюк, К. Б. Дікарев, А. О. Скокова, О. М. Кузьменко, Г. С. Ніжніковський, І. В. Дорохін; заявник та патентовласник ДВНЗ «ПДАБА». – № у 2014 07591, заявл. 07.07.2014; опубл. 25.12.2014. Бюл. №24. – 4 с.
128. Пат. 96542 Україна, МПК E04B 1/74. Спосіб улаштування енергозберігаючого конструктивного вузла «балконна плита – зовнішня стіна – плита перекриття» / А.М. Березюк, К.Б. Дікарев, А.О. Скокова, О. М. Кузьменко, Р.Б. Папірник; заявник та патентовласник ДВНЗ «ПДАБА». – № у 2014 09345, заявл. 22.08.2014; опубл. 10.02.2015. Бюл. №3. – 4 с.
129. Пат. 96941 Україна, МПК E04B 1/74, E04B 1/80. Спосіб улаштування енергозберігаючого конструктивного вузла «парапет – зовнішня стіна –



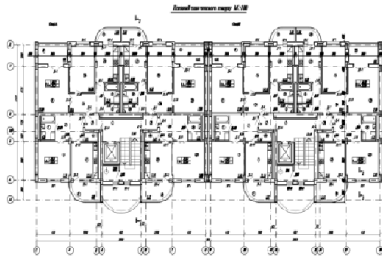

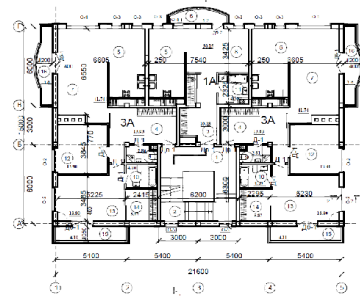
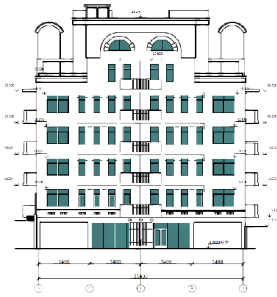
- плита покриття» / А. М. Березюк, К. Б. Дікарев, А. О. Скокова, М. І. Ганник, О. М. Кузьменко, В. Т. Шаленний, О. В. Дзюбан; заявник та патентовласник ДВНЗ «ПДАБА». – № у 2014 09977, заявл. 11.09.2014; опубл. 25.02.2015. Бюл. №4. – 4 с.
130. Пат. 97320 Україна, МПК E04B 1/00. Спосіб улаштування енергозберігаючого конструктивного вузла «парапет – зовнішня стіна – плита покриття» / А. М. Березюк, К. Б. Дікарев, А. О. Скокова, О. М. Кузьменко, О. А. Одинець, В. В. Ігнатенко; заявник та патентовласник ДВНЗ «ПДАБА». – № у 2014 09978, заявл. 11.09.2014; опубл. 10.03.2015. Бюл. №5. – 4 с.
131. Пат. 97942 Україна, МПК E04B 1/74. Спосіб улаштування енергозберігаючого конструктивного вузла «балконна плита – зовнішня стіна – плита перекриття» / А. М. Березюк, К. Б. Дікарев, А. О. Скокова, О. М. Кузьменко, О. С. Каменєв, Р. Б. Папірник, С. О. Зайцев; заявник та патентовласник ДВНЗ «ПДАБА». – № у 2014 11857, заявл. 03.11.2014; опубл. 10.04.2015. Бюл. №7. – 4 с.
132. Пат. 97939 Україна, МПК E04B 1/74. Спосіб улаштування енергозберігаючого конструктивного вузла «балконна плита – зовнішня стіна – плита перекриття» / К. Б. Дікарев, І. М. Матюшенко, Д. Л. Волчок, О. М. Кузьменко; заявник та патентовласник ДВНЗ «ПДАБА». – № у 2014 11842, заявл. 03.11.2014; опубл. 10.04.2015. Бюл. №7. – 4 с.
133. Пат. 99478 Україна, МПК E04B 1/74. Спосіб улаштування енергозберігаючого конструктивного вузла «балконна плита – зовнішня стіна – плита перекриття» / К. Б. Дікарев, А. О. Скокова, О. М. Кузьменко, О. С. Каменєв, С. О. Зайцев; заявник та патентовласник ДВНЗ «ПДАБА». – № у 2014 12834, заявл. 01.12.2014; опубл. 10.06.2015. Бюл. №11. – 4 с.
134. Пат. 100711 Україна, МПК E04B 1/74. Спосіб улаштування теплоізоляції конструктивного вузла «балконна плита – зовнішня стіна – плита перекриття» / А. М. Березюк, К. Б. Дікарев, Р. Б. Папірник, А. О. Скокова, О. М. Кузьменко, І. В. Тріфонов, С. О. Зайцев; заявник та патентовласник

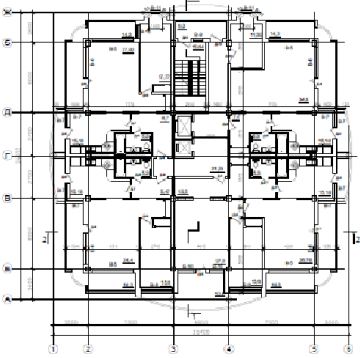

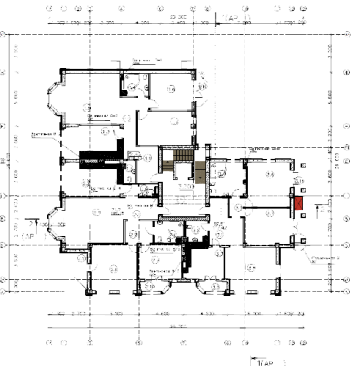
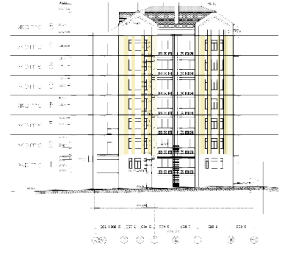
ДВНЗ «ПДАБА». – № у 2015 00577, заявл. 26.01.2015; опубл. 10.08.2015.  
Бюл. №15. – 4 с.

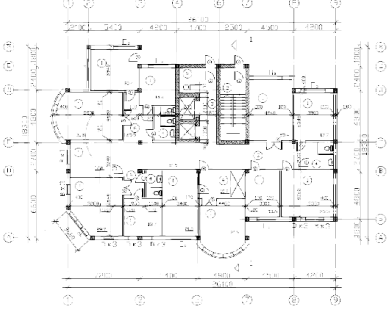
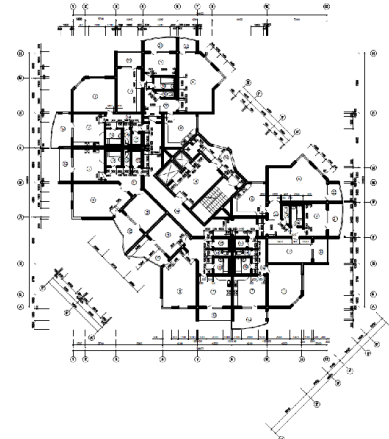
135. Пат. 100712 Україна, МПК E04B 1/74. Спосіб улаштування теплоізоляції конструктивного вузла «балконна плита – зовнішня стіна – плита перекриття» / А. М. Березюк, К. Б. Дікарев, Р. Б. Папірник, А. О. Скокова, О. М. Кузьменко, І. В. Тріфонов, С. О. Зайцев; заявник та патентовласник ДВНЗ «ПДАБА». – № у 2015 00579, заявл. 26.01.2015; опубл. 10.08.2015.  
Бюл. № 15. – 4 с.
136. Пат. 103651 Україна, МПК E04B 1/74. Спосіб виготовлення армованого теплоізоляційного елемента / А. М. Березюк, К. Б. Дікарев, Д. Ю. Чашин, А. О. Скокова, О. М. Кузьменко, Д. С. Сахно; заявник та патентовласник ДВНЗ «ПДАБА». – № у 2015 06023, заявл. 18.06.2015; опубл. 25.12.2015.  
Бюл. № 24. – 4 с.
137. Пат. 103648 Україна, МПК E04B 1/74. Спосіб улаштування енергозберігаючого конструктивного вузла «зовнішні сходи – плита перекриття – зовнішня стіна» / А. М. Березюк, К. Б. Дікарев, А. О. Скокова, О. М. Кузьменко, Д. С. Сахно, І. В. Дорохін; заявник та патентовласник ДВНЗ «ПДАБА». – № у 2015 06012, заявл. 18.06.2015; опубл. 25.12.2015.  
Бюл. № 24. – 4 с.
138. Рішення про видачу деклараційного патенту на корисну модель № у 2016 00221 МПК E04B 1/74. Спосіб улаштування теплоізоляції конструктивного вузла «балконна плита – зовнішня стіна – плита перекриття»/А. М. Березюк, К. Б. Дікарев, А. О. Скокова, О. М. Кузьменко, Д. Ю. Чашин, Д. Ю. Ліснюк. – 2 с.
139. Рішення про видачу деклараційного патенту на корисну модель № у 2016 01039 МПК E04B 1/74. Спосіб улаштування енергозберігаючого конструктивного вузла «балконна плита – зовнішня огорожувальна конструкція – плита перекриття» / А. М. Березюк, К. Б. Дікарев, А. О. Скокова, О. М. Кузьменко, Д. Ю. Ліснюк, Д. С. Сахно, І. В. Дорохін.  
– 2 с.

## ДОДАТОК А

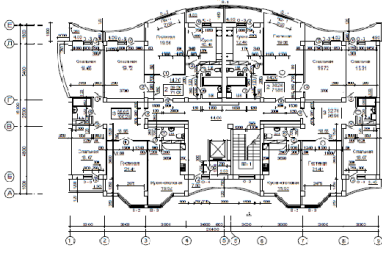

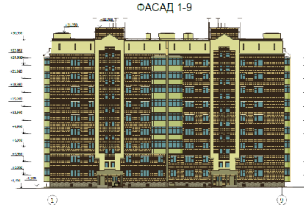
### ОБ'ЄКТИ-ПРЕДСТАВНИКИ БУДІВНИЦТВА, ЩО ОБРАНІ ДЛЯ АНАЛІЗУ

№ з/п	Шифр об'єкту	Найменування об'єктів будівництва, їх коротка характеристика	Характеристика та опір теплопередачі теплопровідного включення	План будівлі	Фасад будівлі
1	2	3	4	5	6
1	1	<p>Розрахунок здійснено для 9-ти поверхового житлового будинку. Район будівництва - м. Дніпропетровськ. Будинок має залізобетонний каркас. Зовнішні стіни - кладка з блоків газобетонних (<math>\gamma = 1000 \text{ кг/м}^3</math>), товщиною 350 мм. Утеплювач стін мінеральна вата – 11 см. Внутрішні поверхні зовнішніх стін опоряджено штукатуркою. Висота поверху (від підлоги до підлоги) – 3 м.</p>	<p>Монолітне з/б поєднання плити перекриття та балконної плити висотою 20 см та потужністю 47 см.</p> $R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{0,47}{2,04} + \frac{1}{23} = 0,389 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$ <p>Площа теплопровідного включення 74,88 м<sup>2</sup></p>		
2	2	<p>5-ти поверховий житловий будинок. Район будівництва - м. Дніпропетровськ. Будинок має залізобетонний каркас. Зовнішні стіни - кладка з блоків газобетонних (<math>\gamma = 1000 \text{ кг/м}^3</math>), товщиною 350 мм. Утеплювач стін пінополістирол екструдований 10 см. Внутрішні поверхні зовнішніх стін опоряджено штукатуркою. Висота поверху (від підлоги до підлоги) – 3,3 м.</p>	<p>Монолітне з/б поєднання плити перекриття та балконної плити висотою 20 см та потужністю 45 см.</p> $R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{0,45}{2,04} + \frac{1}{23} = 0,375 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$ <p>Площа теплопровідного включення 38,92 м<sup>2</sup></p>		

1	2	3	4	5	6
4	3	<p>17-ти поверховий житловий будинок. Район будівництва - м. Дніпропетровськ. Будинок має залізобетонний каркас. Зовнішні стіни - кладка з силікатної цегли (<math>\gamma = 1800 \text{ кг/м}^3</math>), товщиною 380 мм. Утеплювач стін мінеральна вата - 12 см. Внутрішні поверхні зовнішніх стін опоряджено штукатуркою. Висота поверху (від підлоги до підлоги) – 3,3 м.</p>	<p>Монолітне з/б поєднання плити перекриття та балконної плити висотою 22 см та потужністю 52 см.</p> $R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{0,52}{2,04} + \frac{1}{23} = 0,413 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$ <p>Площа теплопровідного включення <math>266,22 \text{ м}^2</math></p>		<p>Фасад у віськ 1-6</p> 
5	4	<p>8-ми поверховий житловий будинок. Район будівництва - м. Дніпропетровськ. Будинок має залізобетонний каркас. Зовнішні стіни - кладка з блоків ніздрюватого бетону (<math>\gamma = 900 \text{ кг/м}^3</math>), товщиною 300 мм. Утеплювач стін пінополістирол – 10 см. Внутрішні поверхні зовнішніх стін опоряджено штукатуркою. Висота поверху (від підлоги до підлоги) – 3,3 м.</p>	<p>Монолітне з/б поєднання плити перекриття та балконної плити висотою 20 см та потужністю 42 см.</p> $R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{0,42}{2,04} + \frac{1}{23} = 0,364 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$ <p>Площа теплопровідного включення <math>32,53 \text{ м}^2</math></p>		

1	2	3	4	5	6
6	5	<p>12-ти поверховий житловий будинок. Район будівництва - м. Дніпропетровськ. Будинок має залізобетонний каркас. Зовнішні стіни - кладка з блоків ніздрюватого бетону (<math>\gamma = 900 \text{ кг/м}^3</math>), товщиною 400 мм. Утеплювач стін мінеральна вата – 8 см. Внутрішні поверхні зовнішніх стін опоряджено штукатуркою. Висота поверху (від підлоги до підлоги) – 3,3 м.</p>	<p>Монолітне з/б поєднання плити перекриття та балконної плити висотою 20 см та потужністю 50 см.</p> $R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{0,5}{2,04} + \frac{1}{23} = 0,403 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{оС}}{\text{Вт}}$ <p>Площа теплопровідного включення <math>56,4 \text{ м}^2</math></p>		
7	6	<p>11-ти поверховий житловий будинок. Район будівництва - м. Дніпропетровськ. Будинок має залізобетонний каркас. Зовнішні стіни виконані з монолітного залізобетону (<math>\gamma = 2500 \text{ кг/м}^3</math>), товщиною 200 мм. Утеплювач стін - мінеральна вата, 15 см. Внутрішні поверхні зовнішніх стін опоряджено штукатуркою. Висота поверху (від підлоги до підлоги) – 3 м.</p>	<p>Монолітне з/б поєднання плити перекриття та балконної плити висотою 20 см та потужністю 37 см.</p> $R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{0,37}{2,04} + \frac{1}{23} = 0,34 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{оС}}{\text{Вт}}$ <p>Площа теплопровідного включення <math>80,08 \text{ м}^2</math></p>		



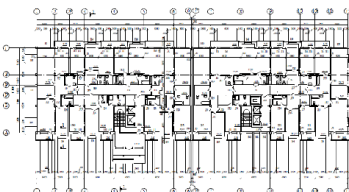

1	2	3	4	5	6
8	7	<p>5-ти поверховий житловий будинок. Район будівництва - м. Дніпропетровськ. Будинок має залізобетонний каркас. Зовнішні стіни - кладка з керамічної цегли (<math>\gamma = 1800 \text{ кг/м}^3</math>), товщиною 510 мм. Утеплювач стін пінополістирол екструдований – 10 см. Внутрішні поверхні зовнішніх стін опоряджено штукатуркою. Висота поверху (від підлоги до підлоги) – 3 м.</p>	<p>Монолітне з/б поєднання плити перекриття та балконної плити висотою 20 см та потужністю 63 см.</p> $R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{0,63}{2,04} + \frac{1}{23} = 0,467 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$ <p>Площа теплопровідного включення 44,04 м<sup>2</sup></p>		
9	8	<p>17-ти поверховий житловий будинок. Район будівництва - м. Дніпропетровськ. Будинок має залізобетонний каркас. Зовнішні стіни виконані з монолітного залізобетону (<math>\gamma = 2500 \text{ кг/м}^3</math>), товщиною 300 мм. Утеплювач стін мінеральна вата – 14 см. Внутрішні поверхні зовнішніх стін опоряджено штукатуркою. Висота поверху (від підлоги до підлоги) – 3,6 м.</p>	<p>Монолітне з/б поєднання плити перекриття та балконної плити висотою 20 см та потужністю 46 см.</p> $R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{0,46}{2,04} + \frac{1}{23} = 0,384 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$ <p>Площа теплопровідного включення 95,74 м<sup>2</sup></p>		

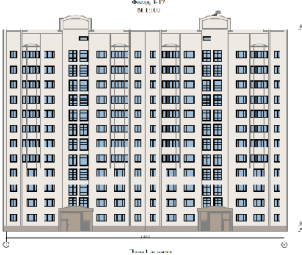
1	2	3	4	5	6
	9	<p>9-ти поверховий житловий будинок. Район будівництва - м. Дніпропетровськ. Будинок має залізобетонний каркас. Зовнішні стіни - кладка з блоків ніздрюватого бетону (<math>\gamma = 500 \text{ кг/м}^3</math>), товщиною 300 мм. Утеплювач стін мінеральна вата – 3 см. Внутрішні поверхні зовнішніх стін опоряджено штукатуркою. Висота поверху (від підлоги до підлоги) – 2,5 м.</p>	<p>Монолітне з/б поєднання плити перекриття та балконної плити висотою 20 см та потужністю 35 см.</p> $R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{0,35}{2,04} + \frac{1}{23} = 0,33 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$ <p>Площа теплопровідного включення <math>41,58 \text{ м}^2</math></p>		
	10	<p>7-ми поверховий житловий будинок. Район будівництва - м. Дніпропетровськ. Будинок має залізобетонний каркас. Зовнішні стіни - кладка з силікатної цегли (<math>\gamma = 1800 \text{ кг/м}^3</math>), товщиною 510 мм. Утеплювач мінеральна вата – 10 см. Внутрішні поверхні зовнішніх стін опоряджено штукатуркою. Висота поверху (від підлоги до підлоги) – 3 м.</p>	<p>Монолітне з/б поєднання плити перекриття та балконної плити висотою 20 см та потужністю 65 см.</p> $R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{0,65}{2,04} + \frac{1}{23} = 0,477 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$ <p>Площа теплопровідного включення <math>46,83 \text{ м}^2</math></p>		

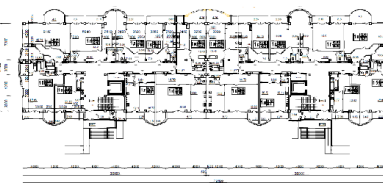

1	2	3	4	5	6
	11	<p>14-ти поверховий житловий будинок. Район будівництва - м. Дніпропетровськ. Будинок має залізобетонний каркас. Зовнішні стіни - кладка з блоків ніздрюватого бетону (<math>\gamma = 1000 \text{ кг/м}^3</math>), товщиною 250 мм. Утеплювач стін мінеральна вата – 12 см. Внутрішні поверхні зовнішніх стін опоряджено штукатуркою. Висота поверху (від підлоги до підлоги) – 2,8 м.</p>	<p>Монолітне з/б поєднання плити перекриття та балконної плити висотою 20 см та потужністю 39 см.</p> $R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{0,39}{2,04} + \frac{1}{23} = 0,35 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$ <p>Площа теплопровідного включення <math>125,9 \text{ м}^2</math></p>		
	12	<p>9-ти поверховий житловий будинок. Район будівництва - м. Дніпропетровськ. Будинок має залізобетонний каркас з повздовжніми несучими стінами. Зовнішні стіни - кладка з силікатної цегли (<math>\gamma = 1800 \text{ кг/м}^3</math>), товщиною 640 мм. Утеплювач стін - мінеральна вата 12 см. Внутрішні поверхні зовнішніх стін опоряджено штукатуркою. Висота поверху (від підлоги до підлоги) – 3 м.</p>	<p>Монолітне з/б поєднання плити перекриття та балконної плити висотою 20 см та потужністю 78 см.</p> $R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{0,78}{2,04} + \frac{1}{23} = 0,54 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$ <p>Площа теплопровідного включення <math>51,3 \text{ м}^2</math></p>		



1	2	3	4	5	6
	13	<p>14-ти поверховий житловий будинок. Район будівництва - м. Дніпропетровськ. Будинок має залізобетонний каркас. Зовнішні стіни - кладка з блоків газобетону (<math>\gamma = 1000 \text{ кг/м}^3</math>), товщиною 300 мм. Утеплювач стін мінеральна вата – 10 см. Внутрішні поверхні зовнішніх стін опоряджено штукатуркою. Висота поверху (від підлоги до підлоги) – 3 м.</p>	<p>Монолітне з/б поєднання плити перекриття та балконної плити висотою 20 см та потужністю 44 см.  <math display="block">R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{0,44}{2,04} + \frac{1}{23} = 0,374 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}</math>           Площа теплопровідного включення 119,3 м<sup>2</sup></p>		<p>Фасад К-А</p> 
	14	<p>16-ти поверховий житловий будинок. Район будівництва - м. Дніпропетровськ. Конструктивна система будинку - стінова. Зовнішні стіни - кладка з силікатної цегли (<math>\gamma = 1800 \text{ кг/м}^3</math>), товщиною 640 мм. Утеплювач стін мінеральна вата – 12 см. Внутрішні поверхні зовнішніх стін опоряджено штукатуркою. Висота поверху (від підлоги до підлоги) – 3 м.</p>	<p>Монолітне з/б поєднання плити перекриття та балконної плити висотою 20 см та потужністю 78 см.  <math display="block">R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{0,78}{2,04} + \frac{1}{23} = 0,541 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}</math>           Площа теплопровідного включення 84,5 м<sup>2</sup></p>		<p>Фасад 1</p> 

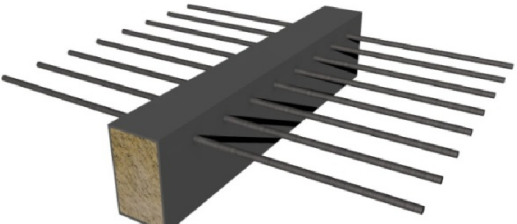
1	2	3	4	5	6
	15	<p>21 поверховий житловий будинок.            Район будівництва - м. Дніпропетровськ. Будинок має залізобетонний каркас. Зовнішні стіни - кладка з блоків ніздрюватого бетону (<math>\gamma = 1000 \text{ кг/м}^3</math>), товщиною 250 мм. Утеплювач стін мінеральна вата – 12 см. Внутрішні поверхні зовнішніх стін опоряджено штукатуркою. Висота поверху (від підлоги до підлоги) – 3 м.</p>	<p>Монолітне з/б поєднання плити перекриття та балконної плити висотою 20 см та потужністю 39 см.  <math display="block">R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{0,39}{2,04} + \frac{1}{23} = 0,35 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}</math>           Площа теплопровідного включення 212 м<sup>2</sup></p>	<p>ПЛАН ПИЛОВОГО ПОВЕРХУ</p> 	<p>М 1:200</p> 
	16	<p>9-ти поверховий житловий будинок.            Район будівництва - м. Дніпропетровськ. Будинок має залізобетонний каркас. Зовнішні стіни - кладка з блоків газобетону (<math>\gamma = 1000 \text{ кг/м}^3</math>), товщиною 400 мм. Утеплювач стін мінеральна вата – 10 см. Внутрішні поверхні зовнішніх стін опоряджено штукатуркою. Висота поверху (від підлоги до підлоги) – 3,3 м.</p>	<p>Монолітне з/б поєднання плити перекриття та балконної плити висотою 20 см та потужністю 52 см.  <math display="block">R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{0,52}{2,04} + \frac{1}{23} = 0,413 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}</math>           Площа теплопровідного включення 113,04 м<sup>2</sup></p>		<p>Фасад 1:10</p> 

1	2	3	4	5	6
	17	<p>11-ти поверховий житловий будинок. Район будівництва - м. Дніпропетровськ. Будинок має залізобетонний каркас. Зовнішні стіни - кладка з блоків ніздрюватого бетону (<math>\gamma = 900 \text{ кг/м}^3</math>), товщиною 250 мм. Утеплювач стін мінеральна вата – 12 см. Внутрішні поверхні зовнішніх стін опоряджено штукатуркою. Висота поверху (від підлоги до підлоги) – 2,8 м.</p>	<p>Монолітне з/б поєднання плити перекриття та балконної плити висотою 20 см та потужністю 39 см.</p> $R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{0,39}{2,04} + \frac{1}{23} = 0,35 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$ <p>Площа теплопровідного включення 60,72 м<sup>2</sup></p>		
	18	<p>7-ми поверховий житловий будинок. Район будівництва - м. Дніпропетровськ. Будинок має залізобетонний каркас. Зовнішні стіни - кладка з блоків ніздрюватого бетону (<math>\gamma = 900 \text{ кг/м}^3</math>), товщиною 200 мм. Утеплювач стін пінополістирол – 10 см. Внутрішні поверхні зовнішніх стін опоряджено штукатуркою. Висота поверху (від підлоги до підлоги) – 3,3 м.</p>	<p>Монолітне з/б поєднання плити перекриття та балконної плити висотою 20 см та потужністю 32 см.</p> $R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{0,32}{2,04} + \frac{1}{23} = 0,315 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$ <p>Площа теплопровідного включення 24,5 м<sup>2</sup></p>		

1	2	3	4	5	6
	19	<p>15-ти поверховий житловий будинок. Район будівництва - м. Дніпропетровськ. Будинок має залізобетонний каркас. Зовнішні стіни - кладка з блоків ніздрюватого бетону (<math>\gamma = 900 \text{ кг/м}^3</math>), товщиною 400 мм. Утеплювач стін мінеральна вата – 11 см. Внутрішні поверхні зовнішніх стін опоряджено штукатуркою. Висота поверху (від підлоги до підлоги) – 3,3 м.</p>	<p>Монолітне з/б поєднання плити перекриття та балконної плити висотою 20 см та потужністю 53 см.</p> $R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{0,53}{2,04} + \frac{1}{23} = 0,418 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$ <p>Площа теплопровідного включення <math>108 \text{ м}^2</math></p>		
	20	<p>9-ти поверховий житловий будинок. Район будівництва - м. Дніпропетровськ. Будинок має залізобетонний каркас. Зовнішні стіни - кладка з блоків газобетону (<math>\gamma = 1000 \text{ кг/м}^3</math>), товщиною 250 мм. Утеплювач стін мінеральна вата – 12 см. Внутрішні поверхні зовнішніх стін опоряджено штукатуркою. Висота поверху (від підлоги до підлоги) – 3,3 м.</p>	<p>Монолітне з/б поєднання плити перекриття та балконної плити висотою 20 см та потужністю 38 см.</p> $R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{0,38}{2,04} + \frac{1}{23} = 0,345 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$ <p>Площа теплопровідного включення <math>161 \text{ м}^2</math></p>		

## ДОДАТОК Б

### ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ ЕЛЕМЕНТІВ (ДОДАТКОВОЇ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ)

Умовне зображення армованого теплоізоляційного елемента (додаткова теплоізоляція)	Варіант/Вид утеплювача	Обґрунтована розрахунком товщина утеплювача, м	Теплофізичні характеристики утеплювача		Приблизна вага 1 м.п., кг	Вартість 1 м.п. готового виробу в цінах на 2014 рік, грн.
			Коефіцієнт теплопровідності $\lambda$ , (Вт/ м·°С)	Густина $\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup>		
	1/ППУ (пінополіуретан)	0,065	0,021	35	7,81	191,5
	2/МВ (мінеральна вата)	0,12	0,04	80	8,54	170,52
	3/ПС <sub>екстр</sub> (екструдований пінополістирол)	0,1	0,037	40	8,02	175,06
	4/ПС (пінополістирол звичайний)	0,135	0,045	50	8,255	168,18

## ДОДАТОК В

## ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ СТАТИСТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Шифр об'єкту	Трудовітність, люд-год.	Вартість, тис. грн	Економічний ефект, тис.грн	Економія бетону під час виробництва робіт, м <sup>3</sup>
Умовне позначення	Тр	В	Е <sub>опал</sub>	Е <sub>б</sub>
1	2	3	4	5
<b>Група 1. Влаштування додаткової теплоізоляції балконів з пінополіуретановим утеплювачем у складі теплоізоляційного елемента (ППУ)</b>				
1.1	21	79,624	5,373	5,195
2.1	10	38,776	2,792	2,530
3.1	65	241,182	18,101	15,735
4.1	8	32,399	2,549	2,114
5.1	15	56,192	3,941	3,666
6.1	21	79,783	6,755	5,205
7.1	10	35,388	2,608	2,309
8.1	24	86,718	7,051	5,658
9.1	10	37,860	3,625	2,469
10.1	17	62,209	2,709	4,059
11.1	28	104,891	8,615	6,843
12.1	13	51,110	2,585	3,335
13.1	33	123,341	9,049	8,041
14.1	22	84,166	4,239	5,491
15.1	57	210,895	17,322	13,759
16.1	30	112,621	7,686	7,348
17.1	17	60,495	4,969	3,947
18.1	7	25,107	2,244	1,638
19.1	29	107,600	7,241	7,020
20.1	43	160,404	13,378	10,460
<b>Група 2. Влаштування додаткової теплоізоляції балконів з мінеральною ватою у складі теплоізоляційного елемента (МВ)</b>				
1.2	21	71,072	5,349	9,590
2.2	10	34,611	2,780	4,670
3.2	65	215,280	18,015	29,050
4.2	8	28,920	2,538	3,903
5.2	15	50,157	3,923	6,768
6.2	21	71,215	6,728	9,610
7.2	10	31,588	2,594	4,262
8.2	24	77,405	7,019	10,445
9.2	10	33,794	3,611	4,558
10.2	17	55,528	2,694	7,493
11.2	28	93,626	8,580	12,634

Продовження дод. В

1	2	3	4	5
12.2	13	45,621	2,570	6,156
13.2	33	110,094	9,009	14,844
14.2	22	75,127	4,214	10,138
15.2	57	188,246	17,251	25,402
16.2	30	100,526	7,649	13,565
17.2	17	53,998	4,948	7,286
18.2	7	22,411	2,236	3,024
19.2	29	96,045	7,206	12,960
20.2	43	143,177	13,323	19,310
Група 3. Влаштування додаткової теплоізоляції балконів з пінополістиролу екструдованого у складі теплоізоляційного елемента (ПС <sub>екстр</sub> )				
1.3	21	72,923	5,344	8,791
2.3	10	35,512	2,777	4,281
3.3	65	220,885	17,998	26,629
4.3	8	29,672	2,536	3,578
5.3	15	51,463	3,919	6,204
6.3	21	73,069	6,723	8,809
7.3	10	32,410	2,591	3,907
8.3	24	79,420	7,013	9,574
9.3	10	34,674	3,608	4,178
10.3	17	56,974	2,691	6,868
11.3	28	96,064	8,573	11,581
12.3	13	46,809	2,566	5,643
13.3	33	112,961	9,002	13,607
14.3	22	77,083	4,208	9,293
15.3	57	193,147	17,237	23,285
16.3	30	103,143	7,642	12,434
17.3	17	55,404	4,944	6,679
18.3	7	22,995	2,234	2,772
19.3	29	98,545	7,200	11,880
20.3	43	146,905	13,313	17,701
Група 4. Влаштування додаткової теплоізоляції балконів з пінополістиролу звичайного у складі теплоізоляційного елемента (ПС)				
1.4	21	70,119	5,347	10,789
2.4	10	34,147	2,779	5,254
3.4	65	212,391	18,009	32,681
4.4	8	28,531	2,538	4,391
5.4	15	49,484	3,922	7,614
6.4	21	70,259	6,726	10,811
7.4	10	31,164	2,593	4,795
8.4	24	76,366	7,017	11,750

Закінчення дод. В

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
9.4	10	33,340	3,610	5,127
10.4	17	54,783	2,693	8,429
11.4	28	92,370	8,577	14,213
12.4	13	45,009	2,569	6,926
13.4	33	108,617	9,007	16,700
14.4	22	74,119	4,212	11,405
15.4	57	185,720	17,246	28,577
16.4	30	99,177	7,647	15,260
17.4	17	53,273	4,947	8,197
18.4	7	22,110	2,235	3,402
19.4	29	94,756	7,204	14,580
20.4	43	141,255	13,320	21,724
<b>Група 5. Влаштування зовнішньої теплоізоляції балконних плит за технологією Ceresit</b>				
1.5	5401	367,516	-	5,429
2.5	1613	109,717	-	2,820
4.5	1471	99,994	-	2,575
5.5	3622	246,214	-	3,918
6.5	4370	297,267	-	6,789
7.5	1497	101,761	-	2,637
8.5	4481	304,578	-	7,011
9.5	2186	148,614	-	3,627
10.5	2637	178,963	-	2,680
11.5	5092	346,148	-	8,622
12.5	2165	146,975	-	2,555
13.5	4440	302,078	-	9,027
14.5	4086	277,681	-	4,162
15.5	9574	650,648	-	17,339
16.5	5108	347,018	-	7,663
17.5	2942	200,000	-	4,973
18.5	978	66,462	-	2,270
19.5	6230	423,851	-	7,212
20.5	8284	563,181	-	13,386



**ДОДАТОК Д**  
**КОРЕЛЯЦІЙНІ МАТРИЦІ ДЛЯ ВСІХ ГРУП ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО**  
**ЕКСПЕРИМЕНТУ**

№	Номер і умовне позначення групи даних	Матриця коефіцієнтів парної кореляції																									
1	2	3																									
1	2 «МВ»	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th><i>Tr</i></th> <th><i>B</i></th> <th><i>Еопал</i></th> <th><i>Еб</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th><i>Tr</i></th> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <th><i>B</i></th> <td>0,999631</td> <td>1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <th><i>Еопал</i></th> <td>0,981528</td> <td>0,980448</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <th><i>Еб</i></th> <td>0,999632</td> <td>1</td> <td>0,980433</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>		<i>Tr</i>	<i>B</i>	<i>Еопал</i>	<i>Еб</i>	<i>Tr</i>	1				<i>B</i>	0,999631	1			<i>Еопал</i>	0,981528	0,980448	1		<i>Еб</i>	0,999632	1	0,980433	1
	<i>Tr</i>	<i>B</i>	<i>Еопал</i>	<i>Еб</i>																							
<i>Tr</i>	1																										
<i>B</i>	0,999631	1																									
<i>Еопал</i>	0,981528	0,980448	1																								
<i>Еб</i>	0,999632	1	0,980433	1																							
2	3 «ПС <sub>екстра</sub> »	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th><i>Tr</i></th> <th><i>B</i></th> <th><i>Еопал</i></th> <th><i>Еб</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th><i>Tr</i></th> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <th><i>B</i></th> <td>0,999631</td> <td>1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <th><i>Еопал</i></th> <td>0,981502</td> <td>0,980421</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <th><i>Еб</i></th> <td>0,999632</td> <td>1</td> <td>0,980405</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>		<i>Tr</i>	<i>B</i>	<i>Еопал</i>	<i>Еб</i>	<i>Tr</i>	1				<i>B</i>	0,999631	1			<i>Еопал</i>	0,981502	0,980421	1		<i>Еб</i>	0,999632	1	0,980405	1
	<i>Tr</i>	<i>B</i>	<i>Еопал</i>	<i>Еб</i>																							
<i>Tr</i>	1																										
<i>B</i>	0,999631	1																									
<i>Еопал</i>	0,981502	0,980421	1																								
<i>Еб</i>	0,999632	1	0,980405	1																							
3	4 «ПС»	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th><i>Tr</i></th> <th><i>B</i></th> <th><i>Еопал</i></th> <th><i>Еб</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th><i>Tr</i></th> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <th><i>B</i></th> <td>0,999631</td> <td>1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <th><i>Еопал</i></th> <td>0,981522</td> <td>0,980441</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <th><i>Еб</i></th> <td>0,999632</td> <td>1</td> <td>0,980426</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>		<i>Tr</i>	<i>B</i>	<i>Еопал</i>	<i>Еб</i>	<i>Tr</i>	1				<i>B</i>	0,999631	1			<i>Еопал</i>	0,981522	0,980441	1		<i>Еб</i>	0,999632	1	0,980426	1
	<i>Tr</i>	<i>B</i>	<i>Еопал</i>	<i>Еб</i>																							
<i>Tr</i>	1																										
<i>B</i>	0,999631	1																									
<i>Еопал</i>	0,981522	0,980441	1																								
<i>Еб</i>	0,999632	1	0,980426	1																							

**ДОДАТОК Е**  
**РЕЗУЛЬТАТИ ПАРНОГО ЛІНІЙНОГО РЕГРЕСІЙНОГО АНАЛІЗУ**  
**Результати парного лінійного регресійного аналізу даних групи 1**  
**(додаткова теплоізоляція «ПШУ»)**

1	2								
Модель лінійної регресії	$y = 0,0796x - 0,481$ де у – економічний ефект x – вартість влаштування								
Вихідна інформація	<i>Регрессионная статистика</i>								
	Множественный R	0,980561							
	R-квадрат	0,961501			Fкр	tcr			
	Нормированный R-квадрат	0,959362			4,4138734	2,100922			
	Стандартная ошибка	0,956492							
	Наблюдения	20							
	<i>Дисперсионный анализ</i>								
		df	SS	MS	F	ачимость F			
	Регрессия	1	411,2750763	411,2750763	449,541	3,51E-14			
	Остаток	18	16,46780009	0,914877783					
Итого	19	427,7428764							
		<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>	<i>Нижние 95,0%</i>	<i>Верхние 95,0%</i>
Y-пересечение		-0,48129	0,398252786	-1,208509619	0,2424886	-1,31799	0,355406	-1,31799	0,355406
Вартість тис. грн		0,079552	0,003752019	21,20238202	3,508E-14	0,071669	0,087434	0,071669	0,087434
Коеф. парної кореляції	R=0,9806– значення коефіцієнта є близьким до одиниці, отже якість моделі є високою								
Коефіцієнт детермінації	$R^2=0,9615$ , отже 96% дисперсії економічного ефекту використання додаткової теплоізоляції пояснюється відповідним рівнем фінансових витрат на влаштування описаного технічного рішення								
Залишкова дисперсія	$\sigma_0^2=0,9149$								
Критерій Фішера	$F=449,541 > F_{\text{крит}}=4,414$ – з імовірністю 95% рівняння регресії в цілому статистично значуще, воно може використовуватися								
Статистика Стьюдента	$ t - \text{статистика } X=21,202  > t_{\text{критич.}}=2,1$					всі параметри рівняння регресії є статистично значущими і не можуть приймати нульових значень			

Продовження додатку Е

**Результати парного лінійного регресійного аналізу даних групи 1  
(додаткова теплоізоляція «ПШУ»)**

1	2																														
Модель лінійної регресії	$y = 0,2414x + 0,04849$ де у – економія бетону х – трудомісткість																														
Вихідна інформація	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Регрессионная статистика</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Множественный R</td> <td align="right">0,999632</td> </tr> <tr> <td>R-квадрат</td> <td align="right">0,999264</td> </tr> <tr> <td>Нормированный R-квадрат</td> <td align="right">0,999223</td> </tr> <tr> <td>Стандартная ошибка</td> <td align="right">0,10636</td> </tr> <tr> <td>Наблюдения</td> <td align="right">20</td> </tr> </tbody> </table>	Регрессионная статистика		Множественный R	0,999632	R-квадрат	0,999264	Нормированный R-квадрат	0,999223	Стандартная ошибка	0,10636	Наблюдения	20																		
	Регрессионная статистика																														
	Множественный R	0,999632																													
	R-квадрат	0,999264																													
	Нормированный R-квадрат	0,999223																													
	Стандартная ошибка	0,10636																													
	Наблюдения	20																													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">Дисперсионный анализ</th> </tr> <tr> <th></th> <th>df</th> <th>SS</th> <th>MS</th> <th>F</th> <th>Значимость F</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Регрессия</td> <td align="right">1</td> <td align="right">276,3482</td> <td align="right">276,3482</td> <td align="right">24428,78</td> <td align="right">1,17999E-29</td> </tr> <tr> <td>Остаток</td> <td align="right">18</td> <td align="right">0,203623</td> <td align="right">0,011312</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Итого</td> <td align="right">19</td> <td align="right">276,5518</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Дисперсионный анализ							df	SS	MS	F	Значимость F	Регрессия	1	276,3482	276,3482	24428,78	1,17999E-29	Остаток	18	0,203623	0,011312			Итого	19	276,5518			
	Дисперсионный анализ																														
		df	SS	MS	F	Значимость F																									
Регрессия	1	276,3482	276,3482	24428,78	1,17999E-29																										
Остаток	18	0,203623	0,011312																												
Итого	19	276,5518																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Коэффициенты</th> <th>Стандартная ошибка</th> <th>t-статистика</th> <th>P-значение</th> <th>Нижние 95%</th> <th>Верхние 95%</th> <th>Нижние 95,0%</th> <th>Верхние 95,0%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y-пересечение</td> <td align="right">0,048489</td> <td align="right">0,044036</td> <td align="right">1,101122</td> <td align="right">0,285351</td> <td align="right">-0,044026776</td> <td align="right">0,141004</td> <td align="right">-0,04403</td> <td align="right">0,141004</td> </tr> <tr> <td>Тр люд-год</td> <td align="right">0,241355</td> <td align="right">0,001544</td> <td align="right">156,2971</td> <td align="right">1,18E-29</td> <td align="right">0,238110555</td> <td align="right">0,244599</td> <td align="right">0,238111</td> <td align="right">0,244599</td> </tr> </tbody> </table>		Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%	Y-пересечение	0,048489	0,044036	1,101122	0,285351	-0,044026776	0,141004	-0,04403	0,141004	Тр люд-год	0,241355	0,001544	156,2971	1,18E-29	0,238110555	0,244599	0,238111	0,244599				
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%																							
Y-пересечение	0,048489	0,044036	1,101122	0,285351	-0,044026776	0,141004	-0,04403	0,141004																							
Тр люд-год	0,241355	0,001544	156,2971	1,18E-29	0,238110555	0,244599	0,238111	0,244599																							
Коэф. парної кореляції	R=0,9996– значення коефіцієнта є близьким до одиниці, отже якість моделі є високою																														
Коефіцієнт детермінації	$R^2=0,9992$ , отже 99% дисперсії економії бетону при влаштуванні додаткової теплоізоляції пояснюється відповідним рівнем трудових витрат на влаштування описаного технічного рішення																														
Залишкова дисперсія	$\sigma_0^2=0,011312$																														
Критерій Фішера	$F=24428,78 > F_{\text{крит}} = 4,4139$ – з імовірністю 95% рівняння регресії в цілому статистично значуще, воно може використовуватися																														
Статистика Стьюдента	$ t - \text{статистика } X=156,3  > t_{\text{критич.}}=2,1$ всі параметри рівняння регресії є статистично значущими і не можуть приймати нульових значень																														

Продовження додатку E

**Результати парного лінійного регресійного аналізу даних групи 2  
(додаткова теплоізоляція «МВ»)**

1	2																																																																					
Модель лінійної регресії	$y = 0,2935x - 0,4314$ де у – економічний ефект х – трудомісткість																																																																					
Вихідна інформація	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Регрессионная статистика</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Множественный R</td> <td>0,981528</td> </tr> <tr> <td>R-квадрат</td> <td>0,963398</td> </tr> <tr> <td>Нормированный R-квадрат</td> <td>0,961365</td> </tr> <tr> <td>Стандартная ошибка</td> <td>0,928631</td> </tr> <tr> <td>Наблюдения</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">Дисперсионный анализ</th> </tr> <tr> <th></th> <th>df</th> <th>SS</th> <th>MS</th> <th>F</th> <th>значимость F</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Регрессия</td> <td>1</td> <td>408,565</td> <td>408,56498</td> <td>473,7782</td> <td>2,22E-14</td> </tr> <tr> <td>Остаток</td> <td>18</td> <td>15,52239</td> <td>0,8623549</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Итого</td> <td>19</td> <td>424,0874</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Коэффициенты</th> <th>Стандартная ошибка</th> <th>t-статистика</th> <th>P-Значение</th> <th>Нижние 95%</th> <th>Верхние 95%</th> <th>Нижние 95,0%</th> <th>Верхние 95,0%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y-пересечение</td> <td>-0,43139</td> <td>0,384476</td> <td>-1,122015</td> <td>0,276601</td> <td>-1,23914</td> <td>0,376367</td> <td>-1,23914</td> <td>0,376367</td> </tr> <tr> <td>Тр, люд-год</td> <td>0,293466</td> <td>0,013483</td> <td>21,766448</td> <td>2,22E-14</td> <td>0,265141</td> <td>0,321792</td> <td>0,265141</td> <td>0,321792</td> </tr> </tbody> </table>	Регрессионная статистика		Множественный R	0,981528	R-квадрат	0,963398	Нормированный R-квадрат	0,961365	Стандартная ошибка	0,928631	Наблюдения	20	Дисперсионный анализ							df	SS	MS	F	значимость F	Регрессия	1	408,565	408,56498	473,7782	2,22E-14	Остаток	18	15,52239	0,8623549			Итого	19	424,0874					Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%	Y-пересечение	-0,43139	0,384476	-1,122015	0,276601	-1,23914	0,376367	-1,23914	0,376367	Тр, люд-год	0,293466	0,013483	21,766448	2,22E-14	0,265141	0,321792	0,265141	0,321792
Регрессионная статистика																																																																						
Множественный R	0,981528																																																																					
R-квадрат	0,963398																																																																					
Нормированный R-квадрат	0,961365																																																																					
Стандартная ошибка	0,928631																																																																					
Наблюдения	20																																																																					
Дисперсионный анализ																																																																						
	df	SS	MS	F	значимость F																																																																	
Регрессия	1	408,565	408,56498	473,7782	2,22E-14																																																																	
Остаток	18	15,52239	0,8623549																																																																			
Итого	19	424,0874																																																																				
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%																																																														
Y-пересечение	-0,43139	0,384476	-1,122015	0,276601	-1,23914	0,376367	-1,23914	0,376367																																																														
Тр, люд-год	0,293466	0,013483	21,766448	2,22E-14	0,265141	0,321792	0,265141	0,321792																																																														
Коеф. парної кореляції	R=0,9815 – значення коефіцієнта є близьким до одиниці, отже якість моделі є високою																																																																					
Коефіцієнт детермінації	$R^2=0,9634$ , отже 96% дисперсії економічного ефекту використання додаткової теплоізоляції пояснюється відповідним рівнем трудових витрат на влаштування описаного технічного рішення																																																																					
Залишкова дисперсія	$\sigma_0^2=0,8623$																																																																					
Критерій Фішера	$F=473,78 > F_{\text{крит}}=4,4139$ – з імовірністю 95% рівняння регресії в цілому статистично значуще, воно може використовуватися																																																																					
Статистика Стьюдента	$ t - \text{статистика } X=21,77  > t_{\text{критич.}}=2,1$ всі параметри рівняння регресії є статистично значущими і не можуть приймати нульових значень																																																																					

Продовження додатку E

**Результати парного лінійного регресійного аналізу даних групи 2  
(додаткова теплоізоляція «МВ»)**

1	2																											
Модель лінійної регресії	$y = 0,0887x - 0,4798$ де у – економічний ефект х – вартість																											
Вихідна інформація	<table border="1"> <thead> <tr> <th align="center" colspan="2">Регрессионная статистика</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Множественный R</td> <td align="center">0,9804485</td> </tr> <tr> <td>R-квадрат</td> <td align="center">0,96127926</td> </tr> <tr> <td>Нормированный R-квадрат</td> <td align="center">0,9591281</td> </tr> <tr> <td>Стандартная ошибка</td> <td align="center">0,95513171</td> </tr> <tr> <td>Наблюдения</td> <td align="center">20</td> </tr> </tbody> </table>	Регрессионная статистика		Множественный R	0,9804485	R-квадрат	0,96127926	Нормированный R-квадрат	0,9591281	Стандартная ошибка	0,95513171	Наблюдения	20															
	Регрессионная статистика																											
	Множественный R	0,9804485																										
	R-квадрат	0,96127926																										
	Нормированный R-квадрат	0,9591281																										
	Стандартная ошибка	0,95513171																										
	Наблюдения	20																										
	Дисперсионный анализ																											
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th align="center">df</th> <th align="center">SS</th> <th align="center">MS</th> <th align="center">F</th> <th align="center">значимость F</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Регрессия</td> <td align="center">1</td> <td align="center">407,6664</td> <td align="center">407,6664</td> <td align="center">446,8671</td> <td align="center">3,69E-14</td> </tr> <tr> <td>Остаток</td> <td align="center">18</td> <td align="center">16,42098</td> <td align="center">0,912277</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Итого</td> <td align="center">19</td> <td align="center">424,0874</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		df	SS	MS	F	значимость F	Регрессия	1	407,6664	407,6664	446,8671	3,69E-14	Остаток	18	16,42098	0,912277			Итого	19	424,0874					
		df	SS	MS	F	значимость F																						
Регрессия	1	407,6664	407,6664	446,8671	3,69E-14																							
Остаток	18	16,42098	0,912277																									
Итого	19	424,0874																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th align="center">Коэффициенты</th> <th align="center">Стандартная ошибка</th> <th align="center">t-статистика</th> <th align="center">P-Значение</th> <th align="center">Нижние 95%</th> <th align="center">Верхние 95%</th> <th align="center">Нижние 95,0%</th> <th align="center">Верхние 95,0%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>У-пересечение</td> <td align="center">-0,4797938</td> <td align="center">0,397687</td> <td align="center">-1,20646</td> <td align="center">0,243257</td> <td align="center">-1,3153</td> <td align="center">0,355715</td> <td align="center">-1,3153</td> <td align="center">0,355715</td> </tr> <tr> <td>Вартість, тис.грн</td> <td align="center">0,08873142</td> <td align="center">0,004197</td> <td align="center">21,13923</td> <td align="center">3,69E-14</td> <td align="center">0,079913</td> <td align="center">0,09755</td> <td align="center">0,079913</td> <td align="center">0,09755</td> </tr> </tbody> </table>		Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%	У-пересечение	-0,4797938	0,397687	-1,20646	0,243257	-1,3153	0,355715	-1,3153	0,355715	Вартість, тис.грн	0,08873142	0,004197	21,13923	3,69E-14	0,079913	0,09755	0,079913	0,09755
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%																				
У-пересечение	-0,4797938	0,397687	-1,20646	0,243257	-1,3153	0,355715	-1,3153	0,355715																				
Вартість, тис.грн	0,08873142	0,004197	21,13923	3,69E-14	0,079913	0,09755	0,079913	0,09755																				
Коеф. парної кореляції	R=0,9804– значення коефіцієнта є близьким до одиниці, отже якість моделі є високою																											
Коефіцієнт детермінації	$R^2=0,9612$ , отже 96% дисперсії економічного ефекту використання додаткової теплоізоляції пояснюється відповідним рівнем фінансових витрат на влаштування описаного технічного рішення																											
Залишкова дисперсія	$\sigma_0^2=0,9123$																											
Критерій Фішера	$F=446,87 > F_{\text{крит}}=4,4139$ – з імовірністю 95% рівняння регресії в цілому статистично значуще, воно може використовуватися																											
Статистика Стьюдента	$ t - \text{статистика } X=21,13  > t_{\text{критич.}}=2,1$ всі параметри рівняння регресії є статистично значущими і не можуть приймати нульових значень																											

**Результати парного лінійного регресійного аналізу даних групи 2  
(додаткова теплоізоляція «МВ»)**

1	2																																																																																																																															
Модель лінійної регресії	$y = 0,4456x + 0,0895$ де у – економія бетону х – трудомісткість																																																																																																																															
Вихідна інформація	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Регрессионная статистика</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Множественный R</td> <td>0,999631786</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>R-квадрат</td> <td>0,999263707</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Fкр</td> <td></td> <td>tкр</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Нормированный R-квадрат</td> <td>0,999222802</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4,413873</td> <td></td> <td>2,100922</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Стандартная ошибка</td> <td>0,19635651</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Наблюдения</td> <td>20</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">Дисперсионный анализ</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> <tr> <th></th> <th>df</th> <th>SS</th> <th>MS</th> <th>F</th> <th>ачимость F</th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Регрессия</td> <td>1</td> <td>941,8731</td> <td>941,8731</td> <td>24428,7794</td> <td>1,18E-29</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Остаток</td> <td>18</td> <td>0,694006</td> <td>0,038556</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Итого</td> <td>19</td> <td>942,5671</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Коэффициенты</th> <th>Стандартная ошибка</th> <th>t-статистика</th> <th>P-Значение</th> <th>Нижние 95%</th> <th>Верхние 95%</th> <th>Нижние 95,0%</th> <th>Верхние 95,0%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y-пересечение</td> <td>0,089517329</td> <td>0,081296</td> <td>1,101122</td> <td>0,28535085</td> <td>-0,08128</td> <td>0,260315</td> <td>-0,08128</td> <td>0,260315</td> </tr> <tr> <td>Тр, люд-год</td> <td>0,445578111</td> <td>0,002851</td> <td>156,2971</td> <td>1,18E-29</td> <td>0,439589</td> <td>0,451568</td> <td>0,439589</td> <td>0,451568</td> </tr> </tbody> </table>	Регрессионная статистика									Множественный R	0,999631786								R-квадрат	0,999263707				Fкр		tкр		Нормированный R-квадрат	0,999222802				4,413873		2,100922		Стандартная ошибка	0,19635651								Наблюдения	20								Дисперсионный анализ											df	SS	MS	F	ачимость F				Регрессия	1	941,8731	941,8731	24428,7794	1,18E-29				Остаток	18	0,694006	0,038556						Итого	19	942,5671								Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%	Y-пересечение	0,089517329	0,081296	1,101122	0,28535085	-0,08128	0,260315	-0,08128	0,260315	Тр, люд-год	0,445578111	0,002851	156,2971	1,18E-29	0,439589	0,451568	0,439589	0,451568
Регрессионная статистика																																																																																																																																
Множественный R	0,999631786																																																																																																																															
R-квадрат	0,999263707				Fкр		tкр																																																																																																																									
Нормированный R-квадрат	0,999222802				4,413873		2,100922																																																																																																																									
Стандартная ошибка	0,19635651																																																																																																																															
Наблюдения	20																																																																																																																															
Дисперсионный анализ																																																																																																																																
	df	SS	MS	F	ачимость F																																																																																																																											
Регрессия	1	941,8731	941,8731	24428,7794	1,18E-29																																																																																																																											
Остаток	18	0,694006	0,038556																																																																																																																													
Итого	19	942,5671																																																																																																																														
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%																																																																																																																								
Y-пересечение	0,089517329	0,081296	1,101122	0,28535085	-0,08128	0,260315	-0,08128	0,260315																																																																																																																								
Тр, люд-год	0,445578111	0,002851	156,2971	1,18E-29	0,439589	0,451568	0,439589	0,451568																																																																																																																								
Коеф. парної кореляції	R=0,9996 – значення коефіцієнта є близьким до одиниці, отже якість моделі є високою																																																																																																																															
Коефіцієнт детермінації	$R^2=0,9993$ , отже 99% дисперсії економії бетону під час влаштування додаткової теплоізоляції пояснюється відповідним рівнем трудових витрат на влаштування описаного технічного рішення																																																																																																																															
Залишкова дисперсія	$\sigma_0^2=0,0386$																																																																																																																															
Критерій Фішера	$F=24428,78 > F_{\text{крит}}=4,4139$ – з імовірністю 95% рівняння регресії в цілому статистично значуще, воно може використовуватися																																																																																																																															
Статистика Стьюдента	<table border="1"> <tr> <td><math> t - \text{статистика } X=156,3  &gt; t_{\text{критич.}}=2,1</math></td> <td>всі параметри рівняння регресії є статистично значущими і не можуть приймати нульових значень</td> </tr> </table>	$ t - \text{статистика } X=156,3  > t_{\text{критич.}}=2,1$	всі параметри рівняння регресії є статистично значущими і не можуть приймати нульових значень																																																																																																																													
$ t - \text{статистика } X=156,3  > t_{\text{критич.}}=2,1$	всі параметри рівняння регресії є статистично значущими і не можуть приймати нульових значень																																																																																																																															

**Результати парного лінійного регресійного аналізу даних групи 3  
(додаткова теплоізоляція «ПС<sub>екст</sub>»)**

1	2							
Модель лінійної регресії	$y = 0,2935x - 0,4314$ де у – економічний ефект х – трудомісткість							
Вихідна інформація	<i>Регрессионная статистика</i>							
	Множественный R	0,981502						
	R-квадрат	0,963347	F <sub>кр</sub>	t <sub>ст</sub>				
	Нормированный R-квадрат	0,96131	4,413873405	2,100922				
	Стандартная ошибка	0,928541						
	Наблюдения	20						
	<i>Дисперсионный анализ</i>							
		df	SS	MS	F	Значимость F		
	Регрессия	1	407,8899867	407,8899867	473,0864	2,25213E-14		
	Остаток	18	15,51940617	0,862189232				
Итого	19	423,4093929						
	Коэффи циенты	Стандартная ошибка	t- статистика	p- Значени е	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пересечение	-0,43129	0,38443918	-1,121856596	0,276667	-1,238962374	0,376391	-1,23896	0,376391
Тр, люд-год	0,293224	0,013481213	21,75054907	2,25E-14	0,264900799	0,321547	0,264901	0,321547
Коеф. парної кореляції	R=0,9815– значення коефіцієнта є близьким до одиниці, отже якість моделі є високою							
Коефіцієнт детермінації	R <sup>2</sup> =0,9634, отже 96% дисперсії економічного ефекту використання додаткової теплоізоляції пояснюється відповідним рівнем трудових витрат на влаштування описаного технічного рішення							
Залишкова дисперсія	$\sigma_0^2=0,8622$							
Критерій Фішера	F=473,09>F <sub>крит</sub> =4,4139– з імовірністю 95% рівняння регресії в цілому статистично значуще, воно може використовуватися							
Статистика Стьюдента	$ t - \text{статистика } X=21,75  > t_{\text{критич.}}=2,1$ всі параметри рівняння регресії є статистично значущими і не можуть приймати нульових значень							

**Результати парного лінійного регресійного аналізу даних групи 3  
(додаткова теплоізоляція «ПС<sub>екст</sub>»)**

1	2																																																																																																																																			
Модель лінійної регресії	$y = 0,0864x - 0,47964$ де у – економічний ефект х – вартість																																																																																																																																			
Вихідна інформація	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Регрессионная статистика</th> <th></th> <th>F<sub>кр</sub></th> <th>t<sub>кр</sub></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Множественный R</td> <td>0,980420907</td> <td></td> <td>4,413873</td> <td>2,100922</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>R-квадрат</td> <td>0,961225155</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Нормированный R-квадрат</td> <td>0,959070997</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Стандартная ошибка</td> <td>0,95503443</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Наблюдения</td> <td>20</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">Дисперсионный анализ</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> <tr> <th></th> <th>df</th> <th>SS</th> <th>MS</th> <th>F</th> <th>значимость F</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Регрессия</td> <td>1</td> <td>406,9918</td> <td>406,99176</td> <td>446,2185</td> <td>3,74E-14</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Остаток</td> <td>18</td> <td>16,41763</td> <td>0,9120908</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Итого</td> <td>19</td> <td>423,4094</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Коэффициенты</th> <th>Стандартная ошибка</th> <th>t-статистика</th> <th>P-Значение</th> <th>Нижние 95%</th> <th>Верхние 95%</th> <th>Нижние 95,0%</th> <th>Верхние 95,0%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y-пересечение</td> <td>-0,479639668</td> <td>0,397646</td> <td>-1,2061979</td> <td>0,243357</td> <td>-1,31506</td> <td>0,355783</td> <td>-1,31506</td> <td>0,355783</td> </tr> <tr> <td>Вартість, тис грн</td> <td>0,08640822</td> <td>0,004091</td> <td>21,123884</td> <td>3,74E-14</td> <td>0,077814</td> <td>0,095002</td> <td>0,077814</td> <td>0,095002</td> </tr> </tbody> </table>	Регрессионная статистика			F <sub>кр</sub>	t <sub>кр</sub>					Множественный R	0,980420907		4,413873	2,100922					R-квадрат	0,961225155								Нормированный R-квадрат	0,959070997								Стандартная ошибка	0,95503443								Наблюдения	20								Дисперсионный анализ											df	SS	MS	F	значимость F					Регрессия	1	406,9918	406,99176	446,2185	3,74E-14					Остаток	18	16,41763	0,9120908							Итого	19	423,4094									Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%	Y-пересечение	-0,479639668	0,397646	-1,2061979	0,243357	-1,31506	0,355783	-1,31506	0,355783	Вартість, тис грн	0,08640822	0,004091	21,123884	3,74E-14	0,077814	0,095002	0,077814	0,095002
Регрессионная статистика			F <sub>кр</sub>	t <sub>кр</sub>																																																																																																																																
Множественный R	0,980420907		4,413873	2,100922																																																																																																																																
R-квадрат	0,961225155																																																																																																																																			
Нормированный R-квадрат	0,959070997																																																																																																																																			
Стандартная ошибка	0,95503443																																																																																																																																			
Наблюдения	20																																																																																																																																			
Дисперсионный анализ																																																																																																																																				
	df	SS	MS	F	значимость F																																																																																																																															
Регрессия	1	406,9918	406,99176	446,2185	3,74E-14																																																																																																																															
Остаток	18	16,41763	0,9120908																																																																																																																																	
Итого	19	423,4094																																																																																																																																		
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%																																																																																																																												
Y-пересечение	-0,479639668	0,397646	-1,2061979	0,243357	-1,31506	0,355783	-1,31506	0,355783																																																																																																																												
Вартість, тис грн	0,08640822	0,004091	21,123884	3,74E-14	0,077814	0,095002	0,077814	0,095002																																																																																																																												
Коеф. парної кореляції	R=0,9804– значення коефіцієнта є близьким до одиниці, отже якість моделі є високою																																																																																																																																			
Коефіцієнт детермінації	R <sup>2</sup> =0,9612, отже 96% дисперсії економічного ефекту використання додаткової теплоізоляції пояснюється відповідним рівнем фінансових витрат на влаштування описаного технічного рішення																																																																																																																																			
Залишкова дисперсія	$\sigma_0^2=0,9121$																																																																																																																																			
Критерій Фішера	F=446,22>F <sub>крит</sub> =4,4139– з імовірністю 95% рівняння регресії в цілому статистично значуще, воно може використовуватися																																																																																																																																			
Статистика Стьюдента	<table border="1"> <tr> <td> <math> t - \text{статистика } X=21,12  &gt; t_{\text{критич.}}=2,1</math> </td> <td> всі параметри рівняння регресії є статистично значущими і не можуть приймати нульових значень </td> </tr> </table>	$ t - \text{статистика } X=21,12  > t_{\text{критич.}}=2,1$	всі параметри рівняння регресії є статистично значущими і не можуть приймати нульових значень																																																																																																																																	
$ t - \text{статистика } X=21,12  > t_{\text{критич.}}=2,1$	всі параметри рівняння регресії є статистично значущими і не можуть приймати нульових значень																																																																																																																																			



**Результати парного лінійного регресійного аналізу даних групи 3  
(додаткова теплоізоляція «ПС<sub>екст</sub>»)**

1	2																																																																																	
Модель лінійної регресії	$y = 0,08206x + 0,40845$ де у – економія бетону х – трудомісткість																																																																																	
Вихідна інформація	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Регрессионная статистика</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Множественный</td> <td>0,999631786</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>R-квадрат</td> <td>0,999263707</td> <td>Fкр</td> <td>tкр</td> </tr> <tr> <td>Нормированный</td> <td>0,999222802</td> <td>4,413873</td> <td>2,100922</td> </tr> <tr> <td>Стандартная оши</td> <td>0,179993467</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Наблюдения</td> <td>20</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">Дисперсионный анализ</th> </tr> <tr> <th></th> <th>df</th> <th>SS</th> <th>MS</th> <th>F</th> <th>Значимость F</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Регрессия</td> <td>1</td> <td>791,435</td> <td>791,435</td> <td>24428,78</td> <td>1,17999E-29</td> </tr> <tr> <td>Остаток</td> <td>18</td> <td>0,583158</td> <td>0,032398</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Итого</td> <td>19</td> <td>792,0182</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Коэффициенты</th> <th>Стандартная ошибка</th> <th>t-статистика</th> <th>P-значения</th> <th>Нижние 95%</th> <th>Верхние 95%</th> <th>Нижние 95,0%</th> <th>Верхние 95,0%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y-пересечение</td> <td>0,082057551</td> <td>0,074522</td> <td>1,101122</td> <td>0,285351</td> <td>-0,074506851</td> <td>0,238622</td> <td>-0,07451</td> <td>0,238622</td> </tr> <tr> <td>Тр, люд-год</td> <td>0,408446602</td> <td>0,002613</td> <td>156,2971</td> <td>1,18E-29</td> <td>0,402956324</td> <td>0,413937</td> <td>0,402956</td> <td>0,413937</td> </tr> </tbody> </table>	Регрессионная статистика				Множественный	0,999631786			R-квадрат	0,999263707	Fкр	tкр	Нормированный	0,999222802	4,413873	2,100922	Стандартная оши	0,179993467			Наблюдения	20			Дисперсионный анализ							df	SS	MS	F	Значимость F	Регрессия	1	791,435	791,435	24428,78	1,17999E-29	Остаток	18	0,583158	0,032398			Итого	19	792,0182					Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-значения	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%	Y-пересечение	0,082057551	0,074522	1,101122	0,285351	-0,074506851	0,238622	-0,07451	0,238622	Тр, люд-год	0,408446602	0,002613	156,2971	1,18E-29	0,402956324	0,413937	0,402956	0,413937
Регрессионная статистика																																																																																		
Множественный	0,999631786																																																																																	
R-квадрат	0,999263707	Fкр	tкр																																																																															
Нормированный	0,999222802	4,413873	2,100922																																																																															
Стандартная оши	0,179993467																																																																																	
Наблюдения	20																																																																																	
Дисперсионный анализ																																																																																		
	df	SS	MS	F	Значимость F																																																																													
Регрессия	1	791,435	791,435	24428,78	1,17999E-29																																																																													
Остаток	18	0,583158	0,032398																																																																															
Итого	19	792,0182																																																																																
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-значения	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%																																																																										
Y-пересечение	0,082057551	0,074522	1,101122	0,285351	-0,074506851	0,238622	-0,07451	0,238622																																																																										
Тр, люд-год	0,408446602	0,002613	156,2971	1,18E-29	0,402956324	0,413937	0,402956	0,413937																																																																										
Коеф. парної кореляції	R=0,9996– значення коефіцієнта є близьким до одиниці, отже якість моделі є високою																																																																																	
Коефіцієнт детермінації	R <sup>2</sup> =0,9993, отже 99% дисперсії економії бетону під час влаштування додаткової теплоізоляції пояснюється відповідним рівнем трудових витрат на влаштування описаного технічного рішення																																																																																	
Залишкова дисперсія	$\sigma_0^2=0,0324$																																																																																	
Критерій Фішера	F=24428,78>F <sub>крит</sub> =4,4139– з імовірністю 95% рівняння регресії в цілому статистично значуще, воно може використовуватися																																																																																	
Статистика Стьюдента	<table border="1"> <tr> <td> <math> t - \text{статистика } X=156,3  &gt; t_{\text{критич.}}=2,1</math> </td> <td> всі параметри рівняння регресії є статистично значущими і не можуть приймати нульових значень </td> </tr> </table>	$ t - \text{статистика } X=156,3  > t_{\text{критич.}}=2,1$	всі параметри рівняння регресії є статистично значущими і не можуть приймати нульових значень																																																																															
$ t - \text{статистика } X=156,3  > t_{\text{критич.}}=2,1$	всі параметри рівняння регресії є статистично значущими і не можуть приймати нульових значень																																																																																	

**Результати парного лінійного регресійного аналізу даних групи 4  
(додаткова теплоізоляція «ПС»)**

1	2																																																																																	
Модель лінійної регресії	$y = 0,2934x - 0,4314$ де $y$ – економічний ефект $x$ – трудомісткість																																																																																	
Вихідна інформація	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Регрессионная статистика</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Множественный R</td> <td>0,981521599</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>R-квадрат</td> <td>0,963384649</td> <td>F<sub>кр</sub></td> <td>t<sub>кр</sub></td> </tr> <tr> <td>Нормированный R-квадрат</td> <td>0,961350463</td> <td>4,413873</td> <td>2,100922</td> </tr> <tr> <td>Стандартная ошибка</td> <td>0,9285522</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Наблюдения</td> <td>20</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">Дисперсионный анализ</th> </tr> <tr> <th></th> <th>df</th> <th>SS</th> <th>MS</th> <th>F</th> <th>ачимость F</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Регрессия</td> <td>1</td> <td>408,3398</td> <td>408,3397655</td> <td>473,5971</td> <td>2,23E-14</td> </tr> <tr> <td>Остаток</td> <td>18</td> <td>15,51977</td> <td>0,862209188</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Итого</td> <td>19</td> <td>423,8595</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Коэффициенты</th> <th>Стандартная ошибка</th> <th>t-статистика</th> <th>P-Значение</th> <th>Нижние 95%</th> <th>Верхние 95%</th> <th>Нижние 95,0%</th> <th>Верхние 95,0%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y-пересечение</td> <td>-0,43130983</td> <td>0,384444</td> <td>-1,121906559</td> <td>0,276646</td> <td>-1,239</td> <td>0,376376</td> <td>-1,239</td> <td>0,376376</td> </tr> <tr> <td>Тр, люд-год</td> <td>0,2933854</td> <td>0,013481</td> <td>21,76228604</td> <td>2,23E-14</td> <td>0,265062</td> <td>0,321709</td> <td>0,265062</td> <td>0,321709</td> </tr> </tbody> </table>	Регрессионная статистика				Множественный R	0,981521599			R-квадрат	0,963384649	F <sub>кр</sub>	t <sub>кр</sub>	Нормированный R-квадрат	0,961350463	4,413873	2,100922	Стандартная ошибка	0,9285522			Наблюдения	20			Дисперсионный анализ							df	SS	MS	F	ачимость F	Регрессия	1	408,3398	408,3397655	473,5971	2,23E-14	Остаток	18	15,51977	0,862209188			Итого	19	423,8595					Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%	Y-пересечение	-0,43130983	0,384444	-1,121906559	0,276646	-1,239	0,376376	-1,239	0,376376	Тр, люд-год	0,2933854	0,013481	21,76228604	2,23E-14	0,265062	0,321709	0,265062	0,321709
Регрессионная статистика																																																																																		
Множественный R	0,981521599																																																																																	
R-квадрат	0,963384649	F <sub>кр</sub>	t <sub>кр</sub>																																																																															
Нормированный R-квадрат	0,961350463	4,413873	2,100922																																																																															
Стандартная ошибка	0,9285522																																																																																	
Наблюдения	20																																																																																	
Дисперсионный анализ																																																																																		
	df	SS	MS	F	ачимость F																																																																													
Регрессия	1	408,3398	408,3397655	473,5971	2,23E-14																																																																													
Остаток	18	15,51977	0,862209188																																																																															
Итого	19	423,8595																																																																																
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%																																																																										
Y-пересечение	-0,43130983	0,384444	-1,121906559	0,276646	-1,239	0,376376	-1,239	0,376376																																																																										
Тр, люд-год	0,2933854	0,013481	21,76228604	2,23E-14	0,265062	0,321709	0,265062	0,321709																																																																										
Коэф. парної кореляції	R=0,9815– значення коефіцієнта є близьким до одиниці, отже якість моделі є високою																																																																																	
Коефіцієнт детермінації	R <sup>2</sup> =0,9634, отже 96% дисперсії економічного ефекту використання додаткової теплоізоляції пояснюється відповідним рівнем трудових витрат на влаштування описаного технічного рішення																																																																																	
Залишкова дисперсія	$\sigma_0^2=0,8622$																																																																																	
Критерій Фішера	F=473,6>F <sub>крит</sub> =4,4139– з імовірністю 95% рівняння регресії в цілому статистично значуще, воно може використовуватися																																																																																	
Статистика Стьюдента	<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> t – статистика X=21,76 &gt;t<sub>критич.</sub>=2,1</td> <td style="vertical-align: top;">всі параметри рівняння регресії є статистично значущими і не можуть приймати нульових значень</td> </tr> </table>	t – статистика X=21,76 >t <sub>критич.</sub> =2,1	всі параметри рівняння регресії є статистично значущими і не можуть приймати нульових значень																																																																															
t – статистика X=21,76 >t <sub>критич.</sub> =2,1	всі параметри рівняння регресії є статистично значущими і не можуть приймати нульових значень																																																																																	

**Результати парного лінійного регресійного аналізу даних групи 4  
(додаткова теплоізоляція «ПС»)**

1	2																																																																					
Модель лінійної регресії	$y = 0,0899x - 0,47968$ де у – економічний ефект х – вартість																																																																					
Вихідна інформація	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Регрессионная статистика</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Множественный R</td> <td>0,980440753</td> </tr> <tr> <td>R-квадрат</td> <td>0,96126407</td> </tr> <tr> <td>Нормированный R-квадрат</td> <td>0,959112074</td> </tr> <tr> <td>Стандартная ошибка</td> <td>0,955062331</td> </tr> <tr> <td>Наблюдения</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">Дисперсионный анализ</th> </tr> <tr> <th></th> <th>df</th> <th>SS</th> <th>MS</th> <th>F</th> <th>Значимость F</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Регрессия</td> <td>1</td> <td>407,4409379</td> <td>407,4409</td> <td>446,6849</td> <td>3,70688E-14</td> </tr> <tr> <td>Остаток</td> <td>18</td> <td>16,418593</td> <td>0,912144</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Итого</td> <td>19</td> <td>423,8595309</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Коэффициенты</th> <th>Стандартная ошибка</th> <th>t-статистика</th> <th>P-значения</th> <th>Нижние 95%</th> <th>Верхние 95%</th> <th>Нижние 95,0%</th> <th>Верхние 95,0%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y-пересечение</td> <td>-0,479686249</td> <td>0,397657227</td> <td>-1,20628</td> <td>0,243326</td> <td>-1,31513308</td> <td>0,355761</td> <td>-1,31513</td> <td>0,355761</td> </tr> <tr> <td>Вартість, тис. грн</td> <td>0,089913392</td> <td>0,004254257</td> <td>21,13492</td> <td>3,71E-14</td> <td>0,080975529</td> <td>0,098851</td> <td>0,080976</td> <td>0,098851</td> </tr> </tbody> </table>	Регрессионная статистика		Множественный R	0,980440753	R-квадрат	0,96126407	Нормированный R-квадрат	0,959112074	Стандартная ошибка	0,955062331	Наблюдения	20	Дисперсионный анализ							df	SS	MS	F	Значимость F	Регрессия	1	407,4409379	407,4409	446,6849	3,70688E-14	Остаток	18	16,418593	0,912144			Итого	19	423,8595309					Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-значения	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%	Y-пересечение	-0,479686249	0,397657227	-1,20628	0,243326	-1,31513308	0,355761	-1,31513	0,355761	Вартість, тис. грн	0,089913392	0,004254257	21,13492	3,71E-14	0,080975529	0,098851	0,080976	0,098851
Регрессионная статистика																																																																						
Множественный R	0,980440753																																																																					
R-квадрат	0,96126407																																																																					
Нормированный R-квадрат	0,959112074																																																																					
Стандартная ошибка	0,955062331																																																																					
Наблюдения	20																																																																					
Дисперсионный анализ																																																																						
	df	SS	MS	F	Значимость F																																																																	
Регрессия	1	407,4409379	407,4409	446,6849	3,70688E-14																																																																	
Остаток	18	16,418593	0,912144																																																																			
Итого	19	423,8595309																																																																				
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-значения	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%																																																														
Y-пересечение	-0,479686249	0,397657227	-1,20628	0,243326	-1,31513308	0,355761	-1,31513	0,355761																																																														
Вартість, тис. грн	0,089913392	0,004254257	21,13492	3,71E-14	0,080975529	0,098851	0,080976	0,098851																																																														
Коеф. парної кореляції	R=0,9804– значення коефіцієнта є близьким до одиниці, отже якість моделі є високою																																																																					
Коефіцієнт детермінації	R <sup>2</sup> =0,9612, отже 96% дисперсії економічного ефекту використання додаткової теплоізоляції пояснюється відповідним рівнем фінансових витрат на влаштування описаного технічного рішення																																																																					
Залишкова дисперсія	$\sigma_0^2=0,9121$																																																																					
Критерій Фішера	F=446,685>F <sub>крит</sub> =4,4139– з імовірністю 95% рівняння регресії в цілому статистично значуще, воно може використовуватися																																																																					
Статистика Стьюдента	<table border="1"> <tr> <td> <math> t - \text{статистика } X=21,135  &gt; t_{\text{критич.}} = 2,1</math> </td> <td>           всі параметри рівняння регресії є статистично значущими і не можуть приймати нульових значень         </td> </tr> </table>	$ t - \text{статистика } X=21,135  > t_{\text{критич.}} = 2,1$	всі параметри рівняння регресії є статистично значущими і не можуть приймати нульових значень																																																																			
$ t - \text{статистика } X=21,135  > t_{\text{критич.}} = 2,1$	всі параметри рівняння регресії є статистично значущими і не можуть приймати нульових значень																																																																					

**Результати парного лінійного регресійного аналізу даних групи 4  
(додаткова теплоізоляція «ПС»)**

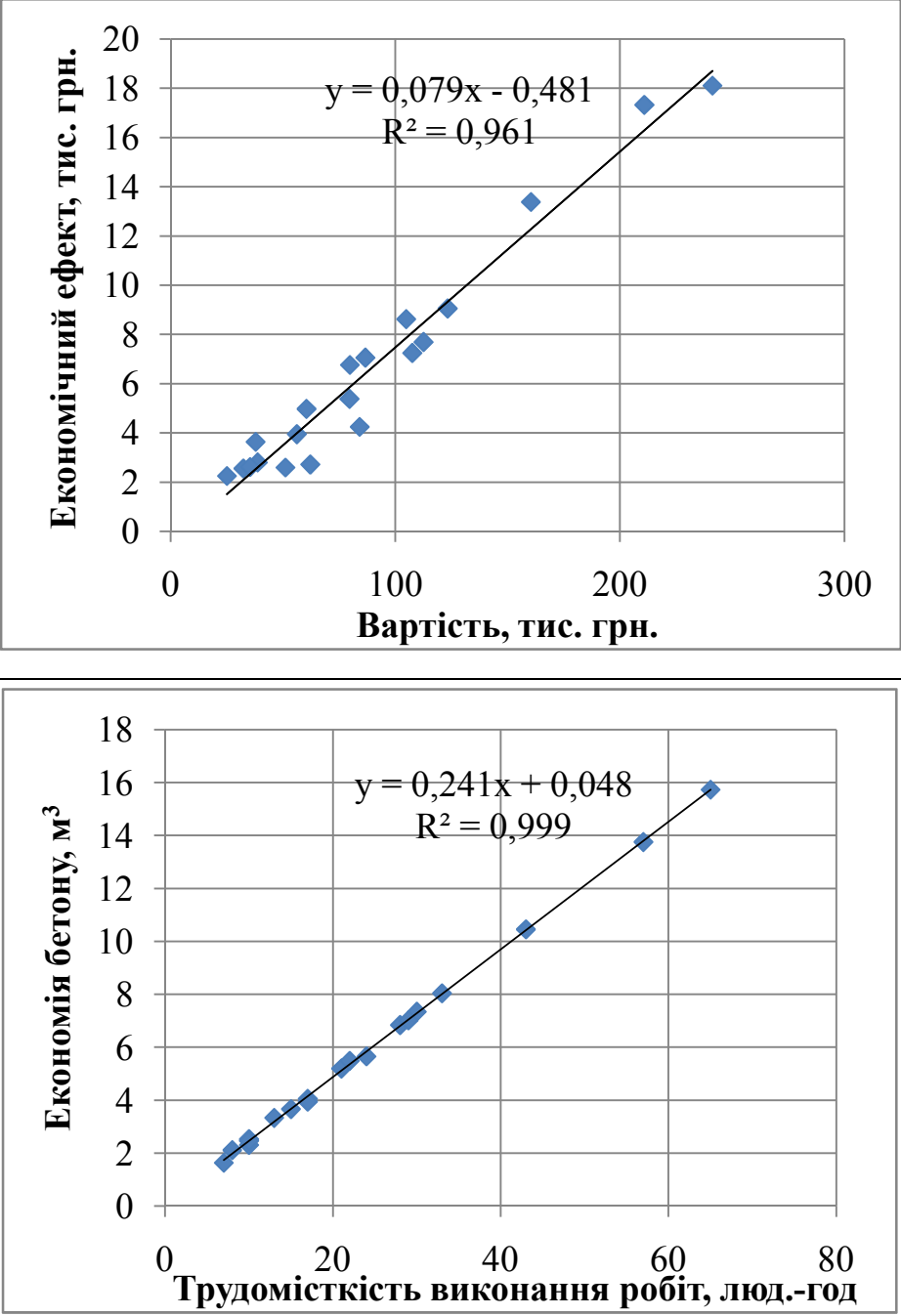
1	2																																																																					
Модель лінійної регресії	$y = 0,5013x + 0,1007$ де у – економія бетону х – трудомісткість																																																																					
Вихідна інформація	<table border="1"> <thead> <tr> <th align="center" colspan="2">Регрессионная статистика</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Множественный R</td> <td align="right">0,999632</td> </tr> <tr> <td>R-квадрат</td> <td align="right">0,999264</td> </tr> <tr> <td>Нормированный R-квадрат</td> <td align="right">0,999223</td> </tr> <tr> <td>Стандартная ошибка</td> <td align="right">0,220901</td> </tr> <tr> <td>Наблюдения</td> <td align="right">20</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th align="center" colspan="6">Дисперсионный анализ</th> </tr> <tr> <th></th> <th align="center">df</th> <th align="center">SS</th> <th align="center">MS</th> <th align="center">F</th> <th align="center">Значимость F</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Регрессия</td> <td align="center">1</td> <td align="right">1192,058</td> <td align="right">1192,058</td> <td align="right">24428,77944</td> <td align="right">1,17999E-29</td> </tr> <tr> <td>Остаток</td> <td align="center">18</td> <td align="right">0,878351</td> <td align="right">0,048797</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Итого</td> <td align="center">19</td> <td align="right">1192,936</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th align="center">Коэффициенты</th> <th align="center">Стандартная ошибка</th> <th align="center">t-статистика</th> <th align="center">P-Значение</th> <th align="center">Нижние 95%</th> <th align="center">Верхние 95%</th> <th align="center">Нижние 95,0%</th> <th align="center">Верхние 95,0%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y-пересечение</td> <td align="right">0,100707</td> <td align="right">0,091459</td> <td align="right">1,101122</td> <td align="right">0,285350854</td> <td align="right">-0,091440226</td> <td align="right">0,292854</td> <td align="right">-0,09144</td> <td align="right">0,292854</td> </tr> <tr> <td>Tr, люд-год</td> <td align="right">0,501275</td> <td align="right">0,003207</td> <td align="right">156,2971</td> <td align="right">1,17999E-29</td> <td align="right">0,494537307</td> <td align="right">0,508013</td> <td align="right">0,494537</td> <td align="right">0,508013</td> </tr> </tbody> </table>	Регрессионная статистика		Множественный R	0,999632	R-квадрат	0,999264	Нормированный R-квадрат	0,999223	Стандартная ошибка	0,220901	Наблюдения	20	Дисперсионный анализ							df	SS	MS	F	Значимость F	Регрессия	1	1192,058	1192,058	24428,77944	1,17999E-29	Остаток	18	0,878351	0,048797			Итого	19	1192,936					Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%	Y-пересечение	0,100707	0,091459	1,101122	0,285350854	-0,091440226	0,292854	-0,09144	0,292854	Tr, люд-год	0,501275	0,003207	156,2971	1,17999E-29	0,494537307	0,508013	0,494537	0,508013
Регрессионная статистика																																																																						
Множественный R	0,999632																																																																					
R-квадрат	0,999264																																																																					
Нормированный R-квадрат	0,999223																																																																					
Стандартная ошибка	0,220901																																																																					
Наблюдения	20																																																																					
Дисперсионный анализ																																																																						
	df	SS	MS	F	Значимость F																																																																	
Регрессия	1	1192,058	1192,058	24428,77944	1,17999E-29																																																																	
Остаток	18	0,878351	0,048797																																																																			
Итого	19	1192,936																																																																				
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%																																																														
Y-пересечение	0,100707	0,091459	1,101122	0,285350854	-0,091440226	0,292854	-0,09144	0,292854																																																														
Tr, люд-год	0,501275	0,003207	156,2971	1,17999E-29	0,494537307	0,508013	0,494537	0,508013																																																														
Коеф. парної кореляції	R=0,9996– значення коефіцієнта є близьким до одиниці, отже якість моделі є високою																																																																					
Коефіцієнт детермінації	$R^2=0,9993$ , отже 99% дисперсії економії бетону під час влаштування додаткової теплоізоляції пояснюється відповідним рівнем трудових витрат на влаштування описаного технічного рішення																																																																					
Залишкова дисперсія	$\sigma_0^2=0,0488$																																																																					
Критерій Фішера	$F=24428,78 > F_{\text{крит}}=4,4139$ – з імовірністю 95% рівняння регресії в цілому статистично значуще, воно може використовуватися																																																																					
Статистика Стьюдента	$ t - \text{статистика } X=156,3  > t_{\text{критич.}}=2,1$ всі параметри рівняння регресії є статистично значущими і не можуть приймати нульових значень																																																																					

**Результати парного лінійного регресійного аналізу даних групи 5  
(теплоізоляція за технологією Ceresit – «Зовн. теплоіз.»)**

1	2																																																																																																																																												
Модель лінійної регресії	$y = 0,0238x - 0,451$ де у – економічний ефект х – вартість																																																																																																																																												
Вихідна інформація	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: left;">Регрессионная статистика</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Множественный R</td> <td>0,934564</td> <td></td> <td>F<sub>кр</sub></td> <td></td> <td>t<sub>кр</sub></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>R-квадрат</td> <td>0,87341</td> <td></td> <td>4,45132169</td> <td></td> <td>2,109816</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Нормированный R-квадрат</td> <td>0,865964</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Стандартная ошибка</td> <td>1,468754</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Наблюдения</td> <td>19</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <th colspan="2" style="text-align: left;">Дисперсионный анализ</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> <tr> <td></td> <td>df</td> <td>SS</td> <td>MS</td> <td>F</td> <td>Значимость F</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Регрессия</td> <td>1</td> <td>253,0266255</td> <td>253,0266</td> <td>117,291906</td> <td>4,75179E-09</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Остаток</td> <td>17</td> <td>36,67305583</td> <td>2,157239</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Итого</td> <td>18</td> <td>289,6996813</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Коэффициенты</td> <td>Стандартная ошибка</td> <td>t-статистика</td> <td>P-Значение</td> <td>Нижние 95%</td> <td>Верхние 95%</td> <td>Нижние 95,0%</td> <td>Верхние 95,0%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Y-пересечение</td> <td>-0,45105</td> <td>0,687297761</td> <td>-0,65626</td> <td>0,52044161</td> <td>-1,901117451</td> <td>0,999026</td> <td>-1,90112</td> <td>0,999026</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Вартість, тис грн</td> <td>0,023802</td> <td>0,002197788</td> <td>10,83014</td> <td>4,7518E-09</td> <td>0,019165418</td> <td>0,028439</td> <td>0,019165</td> <td>0,028439</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Регрессионная статистика										Множественный R	0,934564		F <sub>кр</sub>		t <sub>кр</sub>					R-квадрат	0,87341		4,45132169		2,109816					Нормированный R-квадрат	0,865964									Стандартная ошибка	1,468754									Наблюдения	19									Дисперсионный анализ											df	SS	MS	F	Значимость F					Регрессия	1	253,0266255	253,0266	117,291906	4,75179E-09					Остаток	17	36,67305583	2,157239							Итого	18	289,6996813									Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%		Y-пересечение	-0,45105	0,687297761	-0,65626	0,52044161	-1,901117451	0,999026	-1,90112	0,999026		Вартість, тис грн	0,023802	0,002197788	10,83014	4,7518E-09	0,019165418	0,028439	0,019165	0,028439	
Регрессионная статистика																																																																																																																																													
Множественный R	0,934564		F <sub>кр</sub>		t <sub>кр</sub>																																																																																																																																								
R-квадрат	0,87341		4,45132169		2,109816																																																																																																																																								
Нормированный R-квадрат	0,865964																																																																																																																																												
Стандартная ошибка	1,468754																																																																																																																																												
Наблюдения	19																																																																																																																																												
Дисперсионный анализ																																																																																																																																													
	df	SS	MS	F	Значимость F																																																																																																																																								
Регрессия	1	253,0266255	253,0266	117,291906	4,75179E-09																																																																																																																																								
Остаток	17	36,67305583	2,157239																																																																																																																																										
Итого	18	289,6996813																																																																																																																																											
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%																																																																																																																																					
Y-пересечение	-0,45105	0,687297761	-0,65626	0,52044161	-1,901117451	0,999026	-1,90112	0,999026																																																																																																																																					
Вартість, тис грн	0,023802	0,002197788	10,83014	4,7518E-09	0,019165418	0,028439	0,019165	0,028439																																																																																																																																					
Коеф. парної кореляції	R=0,9346– значення коефіцієнта є близьким до одиниці, отже якість моделі є високою																																																																																																																																												
Коефіцієнт детермінації	R <sup>2</sup> =0,8734, отже 87% дисперсії економічного ефекту використання зовнішньої теплоізоляції пояснюється відповідним рівнем фінансових витрат на влаштування описаного технічного рішення																																																																																																																																												
Залишкова дисперсія	$\sigma_0^2=2,1572$																																																																																																																																												
Критерій Фішера	F=117,3>F <sub>крит</sub> =4,45– з імовірністю 95% рівняння регресії в цілому статистично значуще, воно може використовуватися																																																																																																																																												
Статистика Стьюдента	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <math> t - \text{статистика } X=10,83  &gt; t_{\text{критич.}}=2,1</math> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> всі параметри рівняння регресії є статистично значущими і не можуть приймати нульових значень </td> </tr> </table>	$ t - \text{статистика } X=10,83  > t_{\text{критич.}}=2,1$	всі параметри рівняння регресії є статистично значущими і не можуть приймати нульових значень																																																																																																																																										
$ t - \text{статистика } X=10,83  > t_{\text{критич.}}=2,1$	всі параметри рівняння регресії є статистично значущими і не можуть приймати нульових значень																																																																																																																																												

## ДОДАТОК Ж

## ГРАФІЧНЕ ЗОБРАЖЕННЯ СТАТИСТИЧНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ

№	Номер і умовне позначення групи даних	Графічне зображення парної лінійної регресійної залежності
1	2	3
1	1 «ППУ»	 <p>The figure consists of two vertically stacked scatter plots. The top plot shows a positive linear correlation between 'Вартість, тис. грн.' (Value, thousand UAH) on the x-axis and 'Економічний ефект, тис. грн.' (Economic effect, thousand UAH) on the y-axis. The regression equation is <math>y = 0,079x - 0,481</math> and the coefficient of determination is <math>R^2 = 0,961</math>. The bottom plot shows a positive linear correlation between 'Трудомісткість виконання робіт, люд.-год' (Labor intensity of work execution, man-hours) on the x-axis and 'Економія бетону, м³' (Concrete saving, m³) on the y-axis. The regression equation is <math>y = 0,241x + 0,048</math> and the coefficient of determination is <math>R^2 = 0,999</math>.</p>

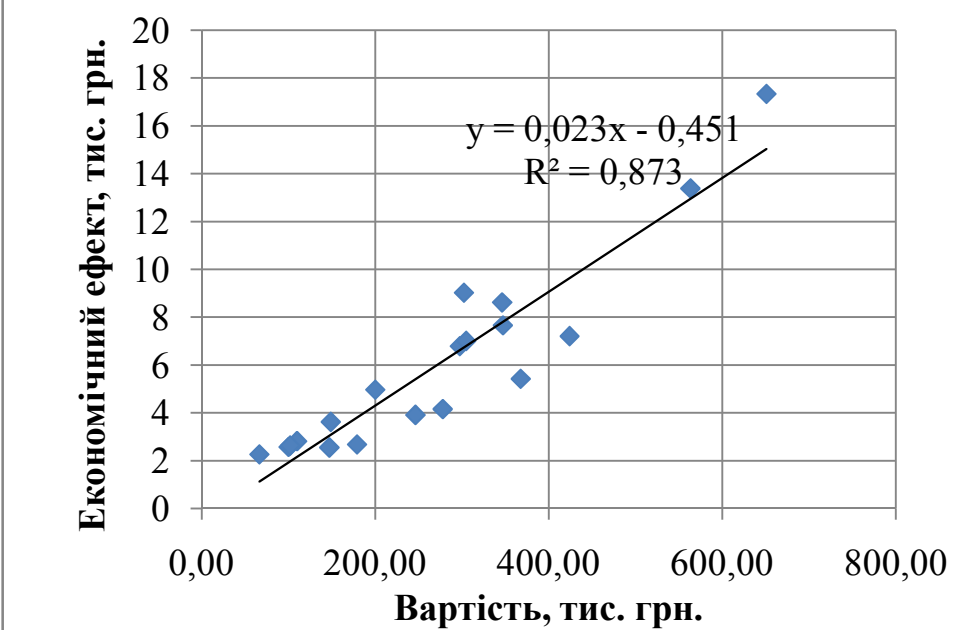
Продовження дод. Ж

1	2	3
2	2 «МВ»	<p>Економічний ефект, тис. грн.</p> $y = 0,293x - 0,431$ $R^2 = 0,963$ <p>Трудоємність, люд.- год</p>
		<p>Економічний ефект, тис.грн.</p> $y = 0,088x - 0,479$ $R^2 = 0,961$ <p>Вартість, тис. грн.</p>
		<p>Економія бетону, м³</p> $y = 0,445x + 0,089$ $R^2 = 0,999$ <p>Трудоємність, люд.- год</p>

1	2	3
3	3 «ПС <sub>екстр</sub> »	<p>Економічний ефект, тис. грн.</p> $y = 0,293x - 0,431$ $R^2 = 0,963$ <p>Трудомісткість, люд.-год</p>
		<p>Економічний ефект, тис. грн.</p> $y = 0,086x - 0,479$ $R^2 = 0,961$ <p>Вартість, тис. грн</p>
		<p>Економія бетону, м³</p> $y = 0,408x + 0,082$ $R^2 = 0,999$ <p>Трудомісткість, люд.- год</p>



1	2	3
4	4 «ПС»	<div data-bbox="614 250 1455 788"> <p>Економічний ефект, тис. грн.</p> <p><math>y = 0,293x - 0,431</math> <math>R^2 = 0,963</math></p> <p>Трудомісткість, люд.- год</p> </div> <div data-bbox="614 824 1492 1303"> <p>Економічний ефект, тис. грн.</p> <p><math>y = 0,089x - 0,479</math> <math>R^2 = 0,961</math></p> <p>Вартість, тис. грн</p> </div> <div data-bbox="555 1339 1465 1886"> <p>Економія бетону, м³</p> <p><math>y = 0,501x + 0,100</math> <math>R^2 = 0,999</math></p> <p>Трудомісткість, люд.- год</p> </div>

1	2	3
5	5 «Зовн. теплоіз»	 <p>Економічний ефект, тис. грн.</p> <p>Вартість, тис. грн.</p> <p><math>y = 0,023x - 0,451</math> <math>R^2 = 0,873</math></p>

**ДОДАТОК 3**  
**КАЛЬКУЛЯЦІЇ ТРУДОВИТРАТ ТА ЗАРОБІТНОЇ ПЛАТИ. ГРАФІКИ**  
**ВИРОБНИЦТВА РОБІТ З УЛАШТУВАННЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ**  
**БАЛКОНІВ**

### 3.1 КАЛЬКУЛЯЦІЯ ТРУДОВИТРАТ ТА ЗАРОБІТНОЇ ПЛАТИ ДЛЯ ВЛАШТУВАННЯ ПЛИТИ ПЕРЕКРИТТЯ З ДОДАТКОВОЮ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЄЮ

№ п/п	Найменування робіт	Од.вим.	Обсяг робіт	§§ЕНіР	Н часу		Тр		Склад ланки	Середній розряд робіт	Фактично усереднен а вартість л-години Сфюз, грн.	Заробітн а плата робітник ів, грн.
					люд- год	маш- год	люд-дв	маш-зм				
1	2	3	4	5	6	8	10	11	12	13		
1	Подача арматурних виробів до місяця складування	100т	0,1598	§E1-7	9,4	19	0,1878	0,3795	маш. 5р-1 такел. 2р-2	2	16,88	25,3558
2	Подача опалубки перекриття до місяця влаштування	100т	0,09	§E1-7	18,5	37	0,2065	0,4131	маш. 5р-1 такел. 2р-2	2	16,88	27,8892
3	Влаштування опалубки перекриття та балконів	1 м <sup>2</sup>	751,75	§E4-1-34	0,3		28,191		тесляр 4р-1; 2р-1	3	18,53	4179
4	Влаштування арматурних виробів перекриття та балконів (ш до 50 кг)	1 шт	319,60	§E4-1-44Б	0,24		9,588		арм. 3р-1; 2р-2	2,3	17,38	1333,12
5	Влаштування додаткової теплоізоляції балконних плит	100 м.л.	0,44	за розрахунк ом	3,26	1,03	0,1809	0,0572	маш. 5р-1 такел. 2р-2	2,3	17,38	25,1565
6	Подача бетонної суміші до місяця бетонування	1м3	140,12	§E1-7	0,096	0,048	1,6814	0,8407	маш. 5р-1 такел. 2р-2	2	16,88	227,062
7	Укладання бетонної суміші у конструкцію перекриття та балконів	1м3	140,12	§4-1-49	1,3		22,77		бетоняр 4р-1; 2р-1	3	18,53	3375,35
8	Догляд за бетоном	100м2	7,27	§4-1-54	0,14		0,1271		бетоняр 2р-1	2	16,88	17,1695
9	Демонтування опалубки перекриття та балконів	1м2	751,75	§4-1-34	0,11		10,337		тесляр 3р-1; 2р-1	2,5	17,71	1464,49
<b>Усього:</b>							<b>73,269</b>	<b>1,6905</b>				<b>10674,6</b>

### 3.2 КАЛЬКУЛЯЦІЯ ТРУДОВИТРАТ ТА ЗАРОБІТНОЇ ПЛАТИ ДЛЯ ВЛАШТУВАННЯ МОНОЛІТНОЇ ПЛИТИ ПЕРЕКРИТТЯ

№ п/п	Найменування робіт	Од.вим.	Обсяг робіт	§§ ЕНПР	Тривалість		Склад ланки	Середній розряд робіт	Фактична усередн. вартість люд-год С <sub>03</sub> , грн.	ЗП робітників, грн.		
					люд-год	маш-год						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Подача арматурних виробів до місця складування	100т	0,1598	§Е1-7	9,4	19	0,1878	0,3795	маш. 5р.-1; такел. 2р.-2	2	16,88	25,3558
2	Подача опалубки переkritтя до місця влаштування	100т	0,09	§Е1-7	18,5	37	0,2065	0,4131	маш. 5р.-1; такел. 2р.-2	2	16,88	27,8892
3	Влаштування опалубки переkritтя та балконів	1 м <sup>2</sup>	751,75	§Е4-1-34	0,3	-	28,191	-	тестяр 4р.-1; 2р.-1	3	18,53	4179
4	Влаштування арматурних виробів переkritтя та балконів (п. до 50 кг)	1 шт	319,60	§Б4-1-44Б	0,24	-	9,588	-	арм. 3р.-1; 2р.-2	2,3	17,38	1333,12
5	Подача бетонної суміші до місця бетонування	1м3	145,32	§Е1-7	0,096	0,048	1,7438	0,8719	маш. 5р.-1; такел. 2р.-2	2	16,88	235,488
6	Укладання бетонної суміші у конструкцію переkritтя та балконів	1м3	145,32	§4-1-49	1,3	-	23,615	-	бетонояр 4р.-1; 2р.-1	3	18,53	3500,61
7	Догляд за бетоном	100м2	7,27	§4-1-54	0,14	-	0,1271	-	бетонояр 2р.-1	2	16,88	17,1695
<b>Усього:</b>											<b>9318,63</b>	

### 3.3 КАЛЬКУЛЯЦІЯ ТРУДОВИТРАТ ТА ЗАРОБІТНОЇ ПЛАТИ ДЛЯ ВЛАШТУВАННЯ ЗОВНІШНЬОЇ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ БАЛКОНІВ ТИПОВОГО ПОВЕРХУ

№ п/п	Найменування робіт	Од.вим.	Обсяг робіт	§ЕПНР	Насву-люд-год	Гр люд-дн	Склад ланки	Середній розряд робіт	Фактична усередн. вартість	ЗП робітників, грн.
1	Установка й розбирання трубчастих інвентарних ріштувань для зовнішніх робіт	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Установка й розбирання трубчастих інвентарних ріштувань для зовнішніх робіт	м <sup>2</sup>	174,48	§Е6-1	0,25	5,4525	Монтажники: 4-1,3-2,2-1	3	18,53	808,279
2	Очищення стін від наплівів бетону або розчину (вручну)	м <sup>2</sup>	26,172	«Ceresit»*	0,12	0,3926	M3 - 2	3	18,53	58,196
3	Очищення стін від пилу	100м <sup>2</sup>	1,7448	§E8-1-18	0,83	0,181	Муляр 2-1	2	16,88	24,445
4	Грунтування поверхні розчином Ceresit СТ 17	м <sup>2</sup>	174,48	«Ceresit»*	0,015	0,3272	M4 - 1; M3 - 1	3,5	19,74	51,664
5	Подача куточків від місії складування до місії виконання робіт на відстань до 10м (на кожні наступні 10м додаються 0,19 люд-години)	м <sup>3</sup>	0,24444	§E1-19	0,64	0,0196	Підсобн. робітн. 1р - 1	1	15,63	2,445
6	Підйом куточків на висоту до 10м (при підйомі на висоту понад 10м на кожні 5м додаються 0,12 люд-години)	т	0,036666	§E1-19	1,2	0,0055	Підсобн. робітн. 1р - 1	1	15,63	0,688
7	Кріплення куточків вдовж ребер балконних плит	т	0,036666	§E5-1-18	33	0,1512	Монт. 4р - 1; 3р - 1	3,5	19,74	23,885
8	Подача плит утеплювача від місії складування до місії підйому на відстань до 10м (на кожні наступні 10м додаються 0,39 люд-години)	т	1,39584	§E1-19	1,2	0,2094	Підсобн. робітн. 1р - 1	1	15,63	26,180
9	Підйом мінераловатних плит на висоту до 10м (при підйомі на висоту понад 10м на кожні 5м додаються 0,02 та 0,04 люд-години)	м <sup>3</sup>	17,45	§E11-76	0,88	1,9193	Термоізол. 2р - 1	2	16,88	259,180
10	Наклеювання плит утеплювача на поверхню зовнішніх стінових конструкцій (клеї Ceresit СТ 109)	м <sup>2</sup>	174,48	«Ceresit»*	1,3	28,353	M6 - 1 M5 - 1	5,5	26,1	5920,106
11	Кріплення плит утеплювача дюбелями	м <sup>2</sup>	174,48	«Ceresit»*	0,032	0,6979	M5 - 1 M4 - 1	4,5	22,52	125,737
12	Готування розчиної суміші Ceresit СТ 109 для армованого шару	м <sup>3</sup>	0,623143	§E11-49	0,4	0,0312	Термоізол. 3р - 1	3	18,53	4,619

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13	Подача розчиної суміші в тарі від місця готування до місця підйому на відстань до 10м (на кожні наступні 10м додається 0,39 люд-години)	т	0,8774	§E1-19	1,2	0,1309	Пласовб. робітн. 1р - 1	1	15,63	16,363
14	Підйом розчиної суміші в тарі на висоту до 10м (при підйомі на висоту понад 10м на кожні 5м додається 0,09 та 0,18 люд-години)	м <sup>3</sup>	0,623143	§E11-76	3,6	0,2804	Термоізол.2р - 1	2	16,88	37,867
15	Нанесення клейової розчиної суміші Ceresit СТ 109 на поверхню теплоізоляційних плит	м <sup>2</sup>	174,48	«Ceresit»*	0,32	6,9792	M5 - 1 M4 - 1	4,5	22,52	1257,373
16	Кріплення склосити	1м смуги	226,824	«Ceresit»*	0,18	5,1035	M5 - 1	5	24,1	983,963
17	Нанесення другого шару розчиної суміші Ceresit СТ 109 на поверхню теплоізоляційних плит	м <sup>2</sup>	174,48	«Ceresit»*	0,32	6,9792	M5 - 1 M4 - 1	4,5	22,52	1257,373
18	Грунтування опуклої поверхні прутувальною фарбою Ceresit СТ 15	м <sup>2</sup>	80,40	«Ceresit»*	0,015	0,1650	M4 - 1	4	30,93	27,754
19	Готування декоративної шпательної розчиної суміші Ceresit СТ 74	м <sup>3</sup>	0,265212	§E11-49	0,4	0,0133	Термоізол. 3 - 1	3	18,53	1,966
20	Подача шпательної суміші в тарі від місця готування до місця підйому на відстань до 10м (на кожні наступні 10м додається 0,39 люд-години)	т	0,371297	§E1-19	1,2	0,0557	Пласовб. робітн. 1р - 1	1	15,63	6,964
21	Підйом розчиної суміші в тарі на висоту до 10м (при підйомі на висоту понад 10м на кожні 5м додається 0,18 люд-години)	м <sup>3</sup>	0,265212	§E11-76	3,6	0,1193	Термоізол.2р-1	2	16,88	16,116
22	Нанесення декоративної шпательної розчиної суміші Ceresit СТ 74 на поверхню зовнішніх стінових конструкцій	м <sup>2</sup>	98,88	«Ceresit»*	0,13	1,6068	M6 - 1 M5 - 1	5,5	26,1	333,500
23	Обробка шпательної розчиної суміші й додання бороздчастої фактури	м <sup>2</sup>	98,88	§E8-1-10	0,53	6,5508	ШС - 1	5	24,1	1262,994
24	Розбирання грубчастих решпувань для зовнішніх робіт	м <sup>2</sup>	98,88	§E6-1	0,15	1,834	M4 - 1 M3 - 2 M2 - 1	3	18,53	274,837
25	Викладання цементно-піщаної стяжки для підлоги басейну зруччю	100 м2	0,756	§ E19-43	15	1,4175	Бетонар 4р-1;3р-1;2р-1	3	18,53	210,130
	Усього:					68,997				12994,623









# ДОДАТОК И

## ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА З УЛАШТУВАННЯ ПЕРЕКРИТТЯ З ДОДАТКОВОЮ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЄЮ БАЛКОННИХ ПЛИТ ТИПОВОГО ПОВЕРХУ

### Технологічна карта з улаштування перекриття з додатковою теплоізоляцією балконних плит на відміці 18.000

Схема улаштування плит перекриття з додатковою теплоізоляцією балконів

Розріз 1-1

Грунт - Фундаментний опанделення

№	Найменування	Одиниці вим.	Кількість
1	Обсяг бетону робіт	м <sup>3</sup>	104,12
2	Продуктивність робіт	звич.	73,3
3	Продуктивність на роб.	звич/м <sup>2</sup>	0,53
4	Варіанти в ціну	м <sup>2</sup> /звич	1,59
5	Сторінки в ціну	грив./м <sup>2</sup>	600,4
6	Тривалість	дні	12
7	Зробити ціна робіт	грив.	10675

### Схема улаштування плит перекриття з додатковою теплоізоляцією балконів

Схема улаштування плит перекриття з додатковою теплоізоляцією балконів

Розріз 1-1

Грунт - Фундаментний опанделення

№	Найменування	Матеріал	Кількість
1	Бетон	КС 571-Б	140,12 м <sup>3</sup>
2	Бетонна сітка	Б 25	150 т
3	Арматурні вироби	A240-С, ПР-1	44 м.п.
4	Додаткова теплоізоляція	ПІО-Б	1817,5 м <sup>2</sup>
5	Планшет сітки		1817,5 м <sup>2</sup>
6	Сторінки сітки		2422 шт.

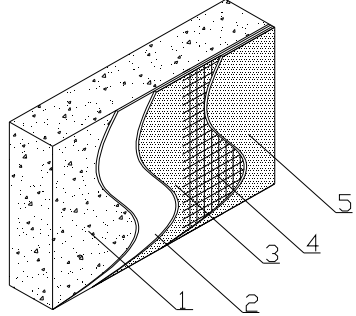
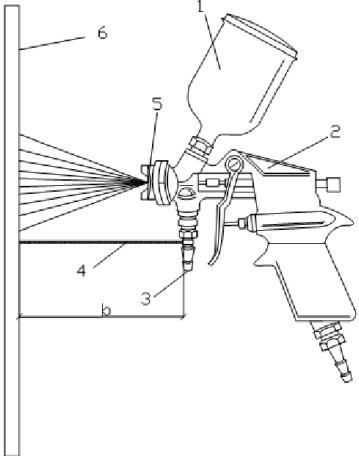
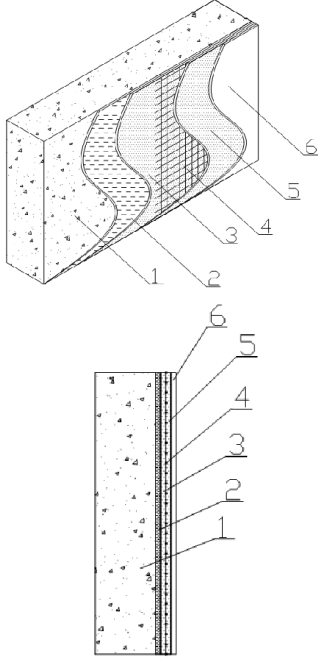
### Грунт - Фундаментний опанделення

Грунт - Фундаментний опанделення

№	Найменування	Одиниці вим.	Кількість
1	Обсяг бетону робіт	м <sup>3</sup>	104,12
2	Продуктивність робіт	звич.	73,3
3	Продуктивність на роб.	звич/м <sup>2</sup>	0,53
4	Варіанти в ціну	м <sup>2</sup> /звич	1,59
5	Сторінки в ціну	грив./м <sup>2</sup>	600,4
6	Тривалість	дні	12
7	Зробити ціна робіт	грив.	10675

## ДОДАТОК К

## РОЗРОБЛЕНІ ТА ЗАПАТЕНТОВАНІ КОРИСНІ МОДЕЛІ

№	Суть корисної моделі	Графічний супровід
1	<p>В основу корисної моделі поставлено задачу надання покриттю рідкої теплоізоляції міцності та здатності до супротиву механічним пошкодженням. Поставлену задачу вирішують, шляхом застосування армуючої сітки, яку встановлюють між шарами рідкої теплоізолюючої композиції. Послідовність технологічних операцій наступна: підготовка поверхні - 1 шляхом знежирення, перед нанесенням рідкої теплоізоляції на всмоктуючі поверхні (бетон, штукатурка, цегла) необхідно обов'язково зволожити водою або прогрунтувати ґрунтовою фарбою - 2, нанесення першого шару теплоізолюючої композиції - 3, накладання армуючої сітки - 4, нанесення наступного шару теплоізолюючої композиції - 5. Область застосування: обробка матеріальних теплопровідних включень</p>	
2	<p>В основу корисної моделі поставлено задачу забезпечення цілісності складників ізолюючої композиції та досягнення необхідної якості та ефективного функціонування отриманого покриття одночасно з оптимізацією праці при нанесенні покриття. Розпилення рідкої теплоізоляції здійснюють з чіткою регламентацією відстані від сопла розпилювача до поверхні нанесення за допомогою штатива. Наповнюють стакан 1 розпилювача 2 ізолюючою композицією або підключають шланг від ємності з матеріалом до штуцера 3; встановлюють необхідну відстань b від сопла розпилювача до поверхні нанесення за допомогою штатива 4, закріпленого на розпилювачі; наносять ізоляцію направленим струменем від сопла розпилювача 5 до поверхні нанесення 6. Область застосування: обробка матеріальних теплопровідних включень</p>	
3	<p>В основу корисної моделі поставлено задачу забезпечення мінімального навантаження системи утеплення на 1 м<sup>2</sup> поверхні нанесення, зменшення загальної товщини теплоізолюючої системи та можливість застосування на поверхнях підвищеної геометричної складності. В способі улаштування теплоізоляційної системи очищену поверхню попередньо ґрунтують, улаштовують теплоізоляцію шляхом розпилення рідкого теплоізолюючого матеріалу спочатку після ґрунтування, а потім - після закріплення армуючої сітки, при цьому теплоізоляційну систему виконують товщиною 0,4...5,0 мм. Технологія влаштування: підготовка поверхні 1 шляхом очищення, нанесення ґрунтуючого шару 2, нанесення першого шару теплоізолюючої композиції 3, накладання армуючої сітки 4, нанесення наступного шару теплоізолюючої композиції 5. Після влаштування необхідної кількості шарів для досягнення бажаної товщини теплоізоляційної системи, наносять фінішний забарвлюючий або захисний шар 6. Область застосування: обробка матеріальних теплопровідних включень</p>	

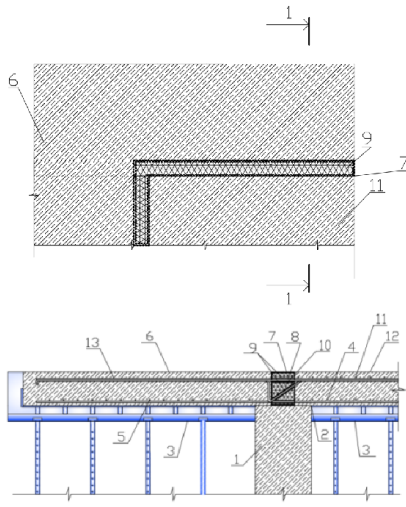
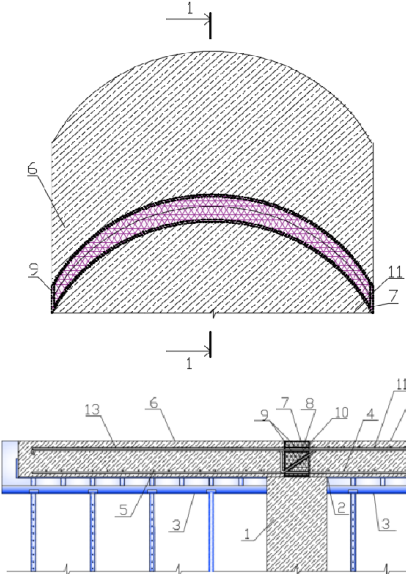
1	2	3
4	<p>Задача запропонованого технічного рішення полягає в покращенні теплоізоляційних властивостей конструктивного вузла «парапет – зовнішня стіна – плита покриття» за рахунок усунення теплотехнічних неоднорідностей, що сприяє покращенню мікроклімату приміщень та скороченню витрат на опалення. Поставлену задачу вирішують тим, що в способі улаштування енергозберігаючого конструктивного вузла «парапет – зовнішня стіна – плита покриття», який включає влаштування зовнішньої стіни, бетонування монолітної плити покриття з подальшим улаштуванням дахового парапету та елементів покрівлі, відповідно до корисної моделі в місці поєднання зовнішньої стіни, плити покриття та парапету встановлюють теплоізоляційний армований елемент на рівні верхньої відмітки плити покриття, після чого влаштовують монолітну плиту покриття та бетонний парапет з подальшим улаштування елементів покрівлі. Пропонуємий спосіб реалізують таким чином. Спочатку бетонують зовнішню стіну 1 до нижньої позначки плити покриття 2, встановлюють опалубку плити покриття 3 і розміщують арматуру 4 плити покриття 5. Потім встановлюють в проектне положення армований теплоізоляційний елемент 6, в арматурне кільце 7 теплоізоляційного елемента 6 встановлюють арматуру плити покриття 8. Далі бетонують плиту покриття 2 та парапет 9, влаштовують елементи покрівлі 10 та фасадну теплоізоляцію 11.</p>	
5	<p>Задача – пункт 4. Поставлену задачу вирішують тим, що в способі улаштування енергозберігаючого конструктивного вузла «парапет – зовнішня стіна – плита покриття», який включає влаштування зовнішньої стіни, бетонування монолітної плити покриття з подальшим улаштуванням дахового парапету та елементів покрівлі, відповідно до корисної моделі в місці поєднання зовнішньої стіни, плити покриття та парапету влаштовують теплоізоляційний елемент на рівні верхньої відмітки плити покриття шляхом заповнення спініним полімерною армованою опалубку, яку закріплюють уздовж горизонтальної площини парапету, після чого влаштовують монолітну плиту покриття та парапет з подальшим улаштування елементів покрівлі.. Спочатку бетонують зовнішню стіну 1 до нижньої позначки плити покриття 2, встановлюють опалубку плити покриття 3 і розміщують арматуру 4 плити покриття 5. Потім встановлюють в проектне положення незнімну полімерну опалубку 6 з арматурою 7, в арматурне кільце 8 встановлюють арматуру 9 плити покриття 5. Після чого заповнюють незнімну полімерну опалубку 6 спініним теплоізоляційним матеріалом 10. Далі бетонують плиту покриття 5 та влаштовують парапет 11, влаштовують елементи покрівлі 12 та теплоізоляцію 13.</p>	

1	2	3
6	<p>Задача запропонованого технічного рішення полягає в покращенні теплоізоляційних властивостей конструктивного вузла «балконна плита – зовнішня стіна – плита перекриття» за рахунок підвищення термічного опору теплопровідних включень, що сприяє налагодженню теплового комфорту приміщень та скороченню витрат на опалення. Поставлену задачу вирішують тим, що в способі улаштування енергозберігаючого конструктивного вузла «балконна плита – зовнішня стіна – плита перекриття», який включає улаштування теплоізоляційного елемента з подальшим бетонуванням монолітної плити перекриття та балконної плити, відповідно до корисної моделі теплоізоляційний елемент улаштовують шляхом заповнення спініним теплоізоляційним матеріалом металеві незнімні армовані опалубки, яку виготовляють з двох швелерних профілів і закріплюють по всій довжині балконної плити. Бетонують зовнішню стіну 1 до нижньої позначки плити перекриття 2, встановлюють опалубку плити перекриття та балконної плити 3 і розміщують нижню арматуру 4 плити перекриття і арматуру 5 балкона 6. Встановлюють в проектне положення незнімну металеву опалубку 7 з арматурою 8 теплоізоляційного елемента, заповнюють металеву опалубку спініним теплоізоляційним матеріалом 9, монтують верхню арматурну сітку 10 плити перекриття 11 і арматуру балкону 12, зв'язують арматуру теплоізоляційного елемента та арматуру конструкцій між собою по всій довжині балконної плити, і далі бетонують конструкції.</p>	
7	<p>Задача – пункт 6. Поставлену задачу вирішують тим, що в способі улаштування енергозберігаючого конструктивного вузла «балконна плита – зовнішня стіна – плита перекриття», який включає улаштування теплоізоляційного елемента з подальшим бетонуванням монолітної плити перекриття та балконної плити, відповідно до корисної моделі теплоізоляційний елемент улаштовують шляхом заповнення спініним теплоізоляційним матеріалом незнімної армованої опалубки у вигляді блок-форми, яку виготовляють зі скло-магнієвих листів і закріплюють по всій довжині балконної плити. Пропонуємієй спосіб реалізують таким чином. Спочатку бетонують зовнішню стіну 1 до нижньої позначки плити перекриття 2, встановлюють опалубку плити перекриття та балконної плити 3 і розміщують нижню арматуру 4 плити перекриття і арматуру 5 балкона 6. Потім встановлюють в проектне положення незнімну опалубку 7 з арматурою 8 теплоізоляційного елемента, заповнюють незнімну опалубку (блок-форму) 7 спініним теплоізоляційним матеріалом 9 крізь технологічні отвори 10, монтують верхню арматурну сітку 11 плити перекриття 12 і арматуру балкону 13, зв'язують арматуру теплоізоляційного елемента та арматуру конструкцій між собою по всій довжині балконної плити, і далі бетонують плити.</p>	

1	2	3
8	<p>Поставлену задачу вирішують тим, що в способі улаштування енергозберігаючого конструктивного вузла «балконна плита – зовнішня стіна – плита перекриття», який включає улаштування теплоізоляційного елементу з подальшим бетонуванням монолітної плити перекриття та балконної плити, відповідно до корисної моделі теплоізоляційний елемент улаштовують шляхом заповнення спіненим теплоізоляційним матеріалом незнімної армованої опалубки у вигляді блок-форми, яку виготовляють з пінополістиролбетону і закріплюють по всій довжині балконної плити. Спочатку бетонують зовнішню стіну 1 до нижньої позначки плити перекриття 2, встановлюють опалубку плити перекриття та балконної плити 3 і розміщують нижню арматуру 4 плити перекриття і арматуру 5 балкона 6. Потім встановлюють в проектне положення незнімну опалубку 7 з арматурою 8 теплоізоляційного елементу, заповнюють незнімну опалубку (блок-форму) 7 спіненим теплоізоляційним матеріалом 9 крізь технологічні отвори 10, монтують верхню арматурну сітку 11 плити перекриття 12 і арматуру балкону 13, зв'язують арматуру теплоізоляційного елементу та арматуру конструкцій між собою по всій довжині балконної плити, і далі бетонують плиту перекриття та плиту балкону.</p>	
9	<p>Поставлену задачу вирішують тим, що в способі улаштування теплоізоляції конструктивного вузла «балконна плита – зовнішня стіна – плита перекриття», який включає улаштування теплоізоляційного елементу з подальшим бетонуванням монолітної плити перекриття та балконної плити, відповідно до корисної моделі теплоізоляційний елемент улаштовують шляхом заповнення спіненим теплоізоляційним матеріалом незнімної армованої опалубки у вигляді блок-форми, яку виготовляють з окремих блоків, сполучених між собою шипо-пазовим з'єднанням і закріплюють по всій довжині балконної плити. Спочатку бетонують зовнішню стіну 1 до нижньої позначки плити перекриття 2, встановлюють опалубку плити перекриття та балконної плити 3 і розміщують нижню арматуру 4 плити перекриття і арматуру 5 балкона 6. Потім встановлюють в проектне положення незнімну опалубку 7 з арматурою 8 теплоізоляційного елементу, попередньо сполучивши окремі блоки незнімної опалубки 7 шипо-пазовим з'єднанням, заповнюють незнімну опалубку (форму) 7 спіненим теплоізоляційним матеріалом 9 крізь технологічні отвори 10, монтують верхню арматурну сітку 11 плити перекриття 12 і арматуру балкону 13, зв'язують арматуру теплоізоляційного елементу та арматуру конструкцій між собою по всій довжині балконної плити, і далі бетонують плиту перекриття та плиту балкону.</p>	

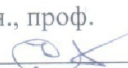
1	2	3
10	<p>Задача запропонованого технічного рішення полягає в покращенні теплоізоляційних властивостей конструктивного вузла «зовнішні сходи – плита перекриття – зовнішня стіна» за рахунок підвищення термічного опору теплопровідних включень, що сприяє налагодженню нормативного тепловологісного режиму приміщень та скороченню витрат на опалення. Поставлену задачу вирішують тим, що в способі улаштування енергозберігаючого конструктивного вузла «зовнішні сходи – плита перекриття – зовнішня стіна», який включає улаштування теплоізоляційного елементу з подальшим бетонуванням монолітної плити перекриття та зовнішніх сходів, відповідно до корисної моделі теплоізоляційний елемент улаштовують шляхом заповнення спініним теплоізоляційним матеріалом незнімної армованої опалубки, яку закріплюють по всій довжині сходової площадки.. Спочатку бетонують зовнішню стіну 1 до нижньої позначки плити перекриття 2, встановлюють опалубку плити перекриття 3 та опалубку 4 зовнішніх сходів. Далі розміщують нижню арматуру 5 плити перекриття і арматуру 6 сходів. Потім встановлюють в проектне положення незнімну опалубку 7 з арматурою 8 теплоізоляційного елементу, заповнюють незнімну опалубку 7 спініним теплоізоляційним матеріалом 9 через технологічні отвори 10, монтують верхню арматурну сітку 11 плити перекриття 12 і арматуру 13 сходів 14, зв'язують арматуру теплоізоляційного елементу та арматуру конструкцій між собою по всій довжині сходової площадки, і далі бетонують плиту перекриття та зовнішні сходи.</p>	
11	<p>Задача запропонованого технічного рішення полягає в покращенні теплоізоляційних та експлуатаційних властивостей конструктивного вузла «балконна плита – зовнішня стіна – плита перекриття» за рахунок зменшення інтенсивності тепловитрат в зоні теплопровідних включень та раціональної комбінації матеріальних компонентів вузла. Поставлену задачу вирішують тим, що в способі улаштування енергозберігаючого конструктивного вузла «балконна плита – зовнішня стіна – плита перекриття», який включає улаштування теплоізоляційного елементу шляхом заповнення спініним теплоізоляційним матеріалом полімерної незнімної армованої опалубки, яку закріплюють по всій довжині балконної плити з подальшим бетонуванням монолітної плити перекриття та балконної плити, відповідно до корисної моделі арматурні стрижні незнімної полімерної опалубки відокремлені від теплоізоляційного матеріалу полімерними трубками. Бетонують зовнішню стіну 1 до нижньої позначки плити перекриття 2, встановлюють опалубку плити перекриття та балконної плити 3 і розміщують нижню арматуру 4 плити перекриття і арматуру 5 балкона 6. Встановлюють в проектне положення незнімну полімерну опалубку 7 з арматурою 8 теплоізоляційного елементу, яка оточена полімерними трубками 9, заповнюють полімерну опалубку спініним теплоізоляційним матеріалом 10, монтують верхню арматурну сітку 11 плити перекриття 12 і арматуру балкону 13, зв'язують арматуру теплоізоляційного елементу та арматуру конструкцій між собою по всій довжині балконної плити, і бетонують конструкції.</p>	



1	2	3
12	<p>Задача – пункт 11. Поставлену задачу вирішують тим, що в способі улаштування енергозберігаючого конструктивного вузла «балконна плита – зовнішня огорожувальна конструкція – плита перекриття», який включає улаштування теплоізоляційного елементу шляхом заповнення спіненим теплоізоляційним матеріалом полімерної незнімної армованої опалубки з подальшим бетонуванням монолітної плити перекриття та балконної плити, відповідно до корисної моделі полімерну незнімну армовану опалубку виконують у вигляді кутового сполучення відповідно до конфігурації огорожувальної конструкції і закріплюють по всій довжині балконної плити. Бетонують зовнішню стіну 1 до нижньої позначки плити перекриття 2, встановлюють опалубку плити перекриття та балконної плити 3 і розміщують нижню арматуру 4 плити перекриття і арматуру 5 балкона 6. Потім встановлюють в проектне положення незнімну полімерну опалубку 7 з арматурою 8 теплоізоляційного елементу, заповнюють полімерну опалубку спіненим теплоізоляційним матеріалом 9, монтують верхню арматурну сітку 10 плити перекриття 11 і арматуру балкону 12, зв'язують арматуру теплоізоляційного елементу та арматуру конструкцій між собою по всій довжині балконної плити, і бетонують плиту конструкції.</p>	
13	<p>Задача – пункт 11. Поставлену задачу вирішують тим, що в способі улаштування енергозберігаючого конструктивного вузла «балконна плита – зовнішня огорожувальна конструкція – плита перекриття», який включає улаштування теплоізоляційного елементу шляхом заповнення спіненим теплоізоляційним матеріалом полімерної незнімної армованої опалубки з подальшим бетонуванням монолітної плити перекриття та балконної плити, відповідно до корисної моделі полімерну незнімну армовану опалубку виконують у вигляді радіального сполучення відповідно до конфігурації огорожувальної конструкції і закріплюють по всій довжині балконної плити. Пропонуємий спосіб реалізують таким чином. Спочатку бетонують зовнішню стіну 1 до нижньої позначки плити перекриття 2, встановлюють опалубку плити перекриття та балконної плити 3 і розміщують нижню арматуру 4 плити перекриття і арматуру 5 балкона 6. Потім встановлюють в проектне положення незнімну полімерну опалубку 7 з арматурою 8 теплоізоляційного елементу, заповнюють полімерну опалубку спіненим теплоізоляційним матеріалом 9, монтують верхню арматурну сітку 10 плити перекриття 11 і арматуру балкону 12, зв'язують арматуру теплоізоляційного елементу та арматуру конструкцій між собою по всій довжині балконної плити, і далі бетонують плиту перекриття та плиту балкону.</p>	

**ДОДАТОК Л**  
**ДОВІДКИ ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ**

## Л.1 АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ РОЗРОБЛЕНИХ РІШЕНЬ В БУДІВЕЛЬНЕ ВИРОБНИЦТВО

Погоджено  
Проректор з наукової роботи  
ДВНЗ "ПДАБА"  
д.т.н., проф.  
  
Н. В. Савицький  
16.08.2015



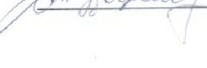


Затверджую  
Генеральний директор  
ТОВ "АУРУМ"  
І.Л. Мороз

### АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ


Ми, що нижче підписалися, представники Державного вищого навчального закладу "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури" (ДВНЗ "ПДАБА"): завідувач кафедри Технології будівельного виробництва (ТБВ), к.т.н., проф. Березюк А.Н., к.т.н., доц. кафедри ТБВ Дікарев К. Б., аспірант кафедри ТБВ Кузьменко О.М. і представник ТОВ "АУРУМ" генеральний директор Мороз І.Л. склали цей акт про те, що при будівництві житлового комплексу "Сімейний" на вул. Карла Маркса 38 у м. Вінниця, було здійснено впровадження корисної моделі з улаштування енергозберігаючих конструктивних вузлів «балконна плита - зовнішня стіна - плита перекриття №97942, що зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 10.04.2015р. Економічний ефект від впровадження зазначеного рішення склав 38, 250 тис. грн.

Від ДВНЗ "ПДАБА":

 зав. каф. проф. ТБВ Березюк А.М.  
 доц. Дікарев К.Б.  
 асп. Кузьменко О.М.



Від ТОВ "АУРУМ":

  
ген. директор  
Мороз І.Л.

"16" серпня 2015р

## Л.2 АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ РОЗРОБЛЕНИХ РІШЕНЬ В БУДІВЕЛЬНЕ ВИРОБНИЦТВО

Согласовано

Проректор по научной работе  
ГВУЗ "ПГАСА" д.т.н., проф.

 Н. В. Савицкий

24 грудня 2015

Утверждаю

Генеральный директор  
ООО "ГК РВМ"

 О. Ю. Вербицкий

17.12.2015


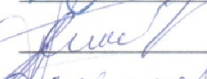



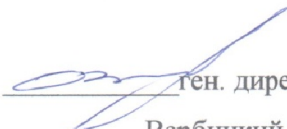
### АКТ ВНЕДРЕНИЯ

Мы, нижеподписавшиеся, представители Государственного высшего учебного заведения "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры" (ГВУЗ "ПГАСА"): заведующий кафедрой Технологии строительного производства (ТСП), к.т.н., проф. Березюк А. Н., доц. кафедры ТСП Дикарев К. Б., аспирант кафедры ТСП Кузьменко А. Н. и генеральный директор ООО "ГК РВМ" Вербицкий О. Ю. составили настоящий акт о том, что при разработке проекта производства работ на строительство жилого комплекса по ул. Смольная 13-17 г.Москва были использованы рассчитанные нормы времени для устройства армированных теплоизоляционных блоков узла "балкон – наружная ограждающая конструкция – плита перекрытия". Предварительный экономический эффект от внедрения указанного конструктивно-технологического решения составляет 264, 550 тыс. рублей в отопительный сезон.

От ГВУЗ "ПГАСА":

От ООО "ГК РВМ":

 зав. каф. ТСП Березюк А.Н.  
 доц. Дикарев К.Б.  
 асп. Кузьменко А. Н.

 ген. директор  
Вербицкий О.Ю.

"24" грудня 2015р

## Л.3 АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ В НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе

ГВУЗ «ПГАСА»,

профессор

Н.В. Савицкий

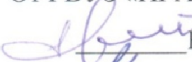

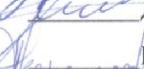

2016 г.



### АКТ ВНЕДРЕНИЯ

Мы, нижеподписавшиеся, заведующий кафедрой технологии строительного производства (ТСП) Государственного высшего учебного заведения «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры» (ГВУЗ «ПГАСА»), научный руководитель темы «Удосконалення та розробка нових технологій виробництва будівельно-монтажних робіт із урахуванням умов реконструкції промислових та цивільних будівель і споруд» № госрегистрации 0111U6477 к.т.н., профессор кафедры ТСП А.Н. Березюк, ответственный исполнитель темы к.т.н., доцент кафедры ТСП П.И. Несевря, соисполнитель темы аспирантка кафедры ТСП А.Н. Кузьменко, к.т.н., доц. К.Б. Дикарев составили настоящий акт о том, что результаты исследуемой темы использованы при подготовке опорного материала лекций по дисциплине Технология возведения зданий и сооружений в особых условиях (спецкурс), а также для создания методических основ практических занятий по дисциплинам Технология возведения зданий и сооружений и Числовое моделирование строительных процессов.

От ГВУЗ «ПГАСА» подписали:

 Березюк А.Н.  
 Несевря П.И.  
 Дикарев К.Б.  
 Кузьменко А.Н.