

## ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

УДК 69.022.32

DOI 10.31649/2311-1429-2023-1-84-90

І. М. Бабій<sup>1</sup>Л. В. Кучеренко<sup>2</sup>МОДЕЛЮВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ  
ФАКТОРІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ РІШЕНЬ  
ПРОЄКТУ УТЕПЛЕННЯ ФАСАДІВ З ОБЛИЦЮВАННЯМ  
ШТУКАТУРКАМИ<sup>1</sup>Одеська державна академія будівництва і архітектури<sup>2</sup>Вінницький національний технічний університет

У результаті досліджень встановлено, що в будівельній галузі для утеплення зовнішніх огорожувальних конструкцій найбільшого поширення знайшли системи скріпленої теплоізоляції та навісні вентилязовані фасади. Визначено, що техніко-економічні показники проекту утеплення фасадів будинків можливо контролювати та оптимізувати за допомогою попереднього моделювання організаційно-технологічних рішень. Були визначені значущі організаційно-технологічні чинники, які мають вплив на техніко-економічні показники проекту. Виявлена залежність зміни показників тривалості будівельно-монтажних робіт з утеплення, їх вартості та інтенсивності фінансування при варіюванні значущих чинників. Визначена залежність зміни вартості проекту з утеплення фасадів методом скріпленої теплоізоляції від використання різних засобів підмоцнення. На підставі ЕС-моделювання досліджено залежності зміни вартості проекту при використанні різних технологічних методів і варіантів організаційних рішень з утеплення зовнішніх огорожувальних конструкцій будівель з оздобленням штукатурками.

**Ключові слова:** термомодернізація, інтенсивність фінансування, моделювання, утеплення фасадів, засоби підмоцнення.

## Вступ

Нині енерго- і ресурсозберігаючі технології у будівництві є перспективними напрямками, тому що спостерігається тенденція збільшення цін на невідновлювані енергоресурси [1]. Необхідно відзначити, що у балансі світового споживання енергії до 40 % йде на будівлі та споруди, звідки до 50% енергії витрачається на підтримку кліматичних умов у приміщеннях, придатних для життєдіяльності людини. Як наслідок, завдання ефективного енергоспоживання будівель та споруд протягом багатьох років залишаються ключовими. В умовах зростання цін на енергоносії теплоізоляція фасадів будівель є одним з ефективних рішень зниження тепловтрат.

## Актуальність та аналіз останніх досліджень і публікацій

Актуальність обраної теми зумовлена необхідністю виконання значного обсягу теплоізоляції фасадів під час будівництва та термомодернізації будівель [2-6]. Саме при великих обсягах робіт особливо необхідно керувати інтенсивністю фінансування та знижувати вартість виконання робіт з утеплення. Слід зазначити, що у нинішніх умовах процес утеплення та організації термомодернізації має хаотичний характер, що, зрештою, позначається на економічних показниках проекту утеплення [7-9]. В умовах нестабільної економічної ситуації існує гостра необхідність оперативного коригування вартості як самих робіт з утеплення, так і всього проекту в цілому. Останнім часом представляється цікавим та необхідним передпроектне моделювання організаційних та технологічних рішень з метою зменшення вартості виробництва будівельно-монтажних робіт [10].

Організація процесу також залежить від багатьох факторів, і може істотно відрізнятися, залежно від цілей, що переслідуються. Багатоваріантність процесу термомодернізації фасадів будівель породжує необхідність досліджень у цій сфері для виявлення можливих областей оптимізації для скорочення термінів та вартості будівельно-монтажних робіт [11,12]. Одним із варіантів вирішення цього завдання є моделювання процесів проведення утеплення та термомодернізації фасадів будинків для мінімізації вартості проекту та прийняття відповідної інтенсивності фінансування з допомогою експериментально-статистичного моделювання (ЕСМ) [13-15].

Також у нашій країні спостерігається недостатність фінансування проектів із термомодернізації. Для досягнення поставлених цілей, а саме зменшення термінів і вартості та встановлення прийнятної для замовника та підрядника інтенсивності фінансування проекту утеплення необхідні грамотна організація проведення робіт та можливість управління змінами у проекті на будь-якій стадії його

реалізації.

Для будь-якої задачі організації та управління будівельним виробництвом характерна множинність її рішень. Крім того, постійне ускладнення техніки та технології будівельного виробництва та пов'язане з ним ускладнення процесу управління, роблять вибір оптимального, конкурентоспроможного рішення надзвичайно важким.

Вихід із цього положення при вирішенні багатьох проблем організації та управління будівельним виробництвом полягає у застосуванні різних моделей [13] в основних сферах та ланках управління будівництвом, що у свою чергу відображується на економічній складовій проекту.

### Постановка задач та формування мети статті.

Робота присвячена визначенню раціональних техніко-економічних показників проекту утеплення фасадів з облицюванням штукатурками за рахунок моделювання організаційно-технологічних факторів.

Задачами дослідження є вибір факторів та рівнів варіювання, дослідження впливу організаційно-технологічних факторів на тривалість, вартість та інтенсивність фінансування проекту утеплення фасадів.

### Результати досліджень.

При інтерпретації результатів моделювання виходили з постулатів техніко-економічної ефективності будівельно-монтажних робіт. При цьому вивчався вплив організаційно-технологічних факторів при влаштуванні систем теплоізоляції з оздобленням штукатурками на техніко-економічні показники проекту утеплення фасадів будівель.

Основними з них, які були прийняті в дослідженнях з використанням експериментально-статистичного моделювання (ЕСМ), є загальна вартість і тривалість робіт. При цьому можна виділити із загальної вартості робіт такий показник, як інтенсивність фінансування, який в ринкових умовах, які різко змінюються набуває все більший вплив на процес виконання будівельно-монтажних робіт (БМР). Критеріями, за якими в подальшому будуть запропоновані і інтерпретовані результати є мінімізація витрат і тривалості будівництва, а також оптимальна інтенсивність фінансування в певний період БМР. Планування і реалізація п'ятифакторного експерименту здійснювалася з прив'язкою до об'єкта досліджень, а саме елітного житлового комплексу. Площа утеплення складала 8558 м<sup>2</sup>.

В дослідженнях використовувалися п'ятифакторні діаграми типу «трикутники на квадраті». Для такого типу досліджень прийнята матриця сумішевого плану «трикутники на квадраті» з відгуками, що представлені в табл. 1.

Таблиця 1.

Матриця сумішевого плану «трикутники на квадраті» з відгуками

Номери точок плану	Рівні кодованих змінних					Значення натуральних змінних				
	взаємопов'язаних			технологічних		взаємопов'язаних, відсоток використання			Технологічних, кількість	
	$v_1$	$v_2$	$v_3$	$X_4$	$X_5$	Пром. альп, %	Будівельні колиски, %	Інвентарні риштування, %	Бригади, кіл-ть	Кіл-ть роб.дн. в тижд.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	0	0	-	-	100	-	-	1	4
2	0	1	0	-	-	-	100	-	1	4
3	0	0	1	-	-	-	-	100	1	4
4	0,5	0,5	0	-	0	50	50	-	1	5
5	0	1	0	-	+	-	100	-	1	6
6	0,5	0	0,5	-	+	50	-	50	1	6
7	1	0	0	0	+	100	-	-	2	6
8	0	0	1	0	+	-	-	100	2	6
9	0,5	0	0,5	0	0	50	-	50	2	5
10	0,33	0,33	0,33	0	+	33,3	33,3	33,3	2	6

Продовження табл. 1										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
11	0	0	1	+	0	-	-	100	3	5
12	0	1	0	+	-	-	100	-	3	4
13	1	0	0	+	-	100	-	-	3	4
14	0	0,5	0,5	+	0	-	50	50	3	5
15	0,5	0,5	0	+	0	50	50	-	3	5
Перевірочні точки плану										
16	0	1	0	+	+	-	100	-	3	6
17	0,33	0,33	0,333	-	-	33,3	33,3	33,3	1	4

Обробка та аналіз результатів, а також вибір ефективних моделей організаційно-технологічних рішень щодо утеплення фасадів виконувались з використанням методів експериментально-статистичного моделювання (ЕС-моделювання) у програмі COMPEX, теорії математичної статистики, а також якісного, кількісного та порівняльного аналізу [14].

Такі діаграми дозволяють вибрати найбільш ефективне співвідношення використання різних засобів підпошування при виробництві висотних робіт з улаштування систем зовнішньої скріпленої теплоізоляції на фасаді об'єкта, що будується. Для інтерпретації тернарних діаграм слід використовувати легенду, що зображена на рис.1.



Рисунок 1 – Тернарний графік суміщення засобів підмошування у процентному співвідношенні

Розподіл рівня якості в просторі факторів технології та організації може розглядатися як організаційно-технологічне поле властивості в області  $\Omega_x$ . Область  $\Omega_x$  є, в нашому випадку, квадрат нормалізованих факторів  $x_4$ ;  $x_5$ ; причому  $|x_i| \leq 1$ , до яких за стандартними формулами нормуються симплекси взаємопов'язаних змінних  $v_i$ .

Розглянемо вплив організаційно-технологічних факторів, таких як ступінь суміщення засобів підмошування:  $v_1$  (використання промислового альпінізму),  $v_2$  (використання будівельних колисок),  $v_3$  (використання риштувань) та кількість робочих днів в тиждень ( $x_4$ ) і кількість бригад ( $x_5$ ) на техніко-економічні показники.

Вплив організаційно-технологічних факторів на тривалість утеплення фасадів. В результаті виконання експериментально-статистичного моделювання для п'ятнадцяти різних організаційних схем та двох перевірок схем (табл.1) в області факторного простору  $\Omega_x$  була отримана модель (1) ( $Ts_3 = 2.918$ ), що описує вплив організаційних чинників на тривалість виконання будівельно-монтажних робіт при утепленні житлового будинку.

$$Y_{TP} = 168,3v_1 \pm 0v_1v_2 - 112,6v_1x_4 - 42,44v_1x_5 + 54,2x_4^2 + 25,3x_4x_5 + 161,5v_2 \pm 0v_1v_3 - 111,01v_2x_4 - 43,613v_2x_5 + 13,08x_5^2 + 175,69v_3 \pm 0v_2v_3 - 114,603v_3x_4 - 46,406v_3x_5 \quad (1)$$

В рамках розрахунку функція досягає екстремумів в наступних точках:

$$Y_{min} = [91 \text{ дн. } (V_1=0; V_2=1; V_3=0; X_4=+1; X_5=+1);$$

$$Y_{max} = [430 \text{ дн. } (V_1=0; V_2=0; V_3=1; X_4=-1; X_5=-1).]$$

З результату розрахунку видно, що відносне відхилення  $DELTA$  становить в середньому 0,002, що зумовлює малу помилку експерименту  $Ne = 1,7737$ . Це, в свою чергу, передбачає виконання досліджень з досить великою точністю вимірювань.

Тривалість утеплення елітного житлового будинку – кількість календарного часу від початку першої роботи до закінчення останньої, з урахуванням прийнятої технологічної та організаційної схем

виконання робіт.

Інтерпретація результатів моделювання (модель 1), показала наступне. Характер впливу технологічних факторів на досліджуваний показник змінюється в залежності від рівня ступеня суміщення робіт (при його зменшенні тривалість утеплення збільшується).

Для досягнення мінімальних значень показника «тривалість робіт» слід використовувати технологічну схему використання будівельних колісок. На відміну від технологічних схем з використанням риштувань і промислового альпінізму, вона має більш високу управлінську гнучкість, тобто можливе використання максимально допустимого поєднання робіт, що не прийнятне при технології з використанням риштувань. При використанні методу промислового альпінізму тривалість виконання робіт з утеплення зростає, що тягне за собою додаткові витрати на БМР. Тому необхідний результат за показником «тривалість» досягається при виконанні робіт з будівельних колісок, тобто 0% суміщення робіт утеплення з різних схем підмоцнування, а саме 100% використання будівельних колісок при організації робіт в 6 робочих днів і кількості бригад 3. Слід врахувати, що, як зазначалося раніше, бригада складається з 25 робочих різних спеціальностей. При цьому ЕС-моделювання показало можливість використання 70 осіб, замість 75. Значення показника «тривалість робіт» при цьому становитиме – 91 день.

*Вплив організаційно-технологічних факторів на загальну вартість утеплення фасадів.* В результаті виконання експериментально-статистичного моделювання в області факторного простору  $\Omega_x$  була отримана модель (2) ( $T_{\Sigma} = 2.918$ ), що описує вплив організаційних чинників на вартість виконання будівельно-монтажних робіт при утепленні житлового будинку.

$$Y_{ст} = 1,303v_1 + 0,004v_1v_2 \pm 0v_1x_4 - 0,002v_1x_5 \pm 0x_4^2 \pm 0x_4x_5 + \quad (2)$$

$$+1,302v_2 + 0,006v_1v_3 \pm 0v_2x_4 \pm 0v_2x_5 \pm 0x_5^2 +$$

$$+1,425v_3 \pm 0v_2v_3 \pm 0v_3x_4 + 0,001v_3x_5$$

Графічне відображення моделі (2) показано на рисунку 2.

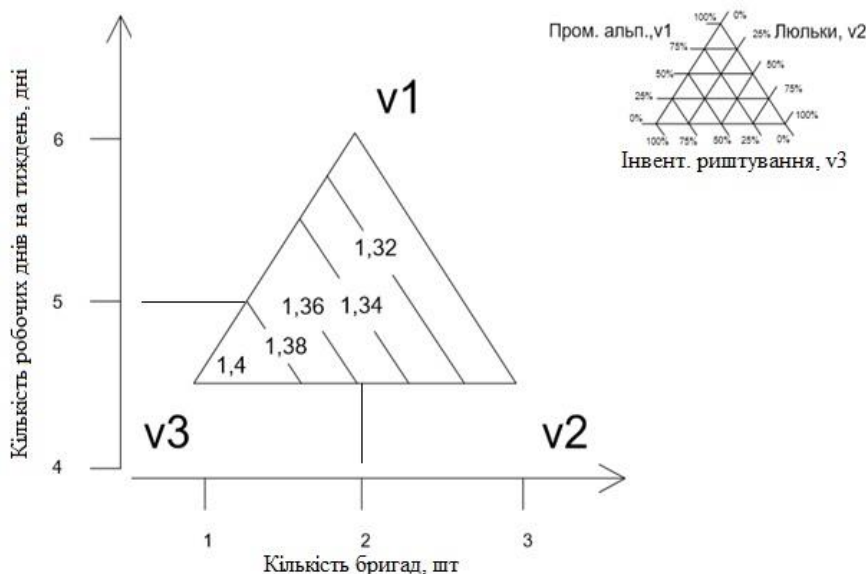


Рисунок 2 – Вплив організаційно-технологічних факторів на вартість проекту утеплення фасадів будівлі «мокрим» способом при кількості бригад 2 шт та кількості робочих днів 5 днів

Як показали результати дослідження, при визначенні впливу досліджуваних факторів на загальну вартість виконання робіт з утеплення було встановлено наступне. Загальна вартість виконання робіт не залежить від кількості бригад і кількості робочих днів в тиждень, в разі якщо визначена загальна кошторисна вартість будівництва і при цьому не передбачено ніякої зміни витрат на подорожчання матеріалів і т.і. при змінній фінансовій ситуації.

У той же час необхідно відзначити, що в даному випадку основний вплив на загальну вартість – вибір засобів підмоцнування, що чітко видно на рис.2. Так мінімальною вартістю виконання робіт будуть характеризуватися технологічні операції по утепленню в разі використання для даного конкретного об'єкта промислового альпінізму та робіт з люльок в співвідношенні  $v_1 : v_2 = 50:50$ . При цьому вартість робіт складе на заданий обсяг 1,3 млн. грн. У разі заміни використання люльок на інвентарні ліси відбудеться збільшення вартості на 9,8%, що складе 100 тис. грн. Цікаво відзначити,

що при утепленні фасаду будівлі можливо використовувати метод промислового альпінізму замість будівельних колісок, практично, без подорожчання загальної вартості.

*Вплив організаційно-технологічних факторів на інтенсивність фінансування.* При дослідженні вартості і тривалості робіт з утеплення фасадів будівлі представляло інтерес вивчити вплив досліджуваних факторів на інтенсивність фінансування.

В результаті виконання експериментально-статистичного моделювання в області факторного простору  $\Omega_x$  була отримана модель (3) ( $T_{S_3} = 2.918$ ), що описує вплив організаційних чинників на інтенсивність фінансування будівельно-монтажних робіт при утепленні житлового будинку.

$$Y_{\text{інт.ф.}} = 238,45v_1 \pm 0v_1v_2 + 141,998v_1x_4 + 60,922v_1x_5 + 23,97x_4^2 + 50,04x_4x_5 \quad (3) \\ + 197,344v_2 \pm 0v_1v_3 + 101,549v_2x_4 + 66,429v_2x_5 - 12,91x_5^2 \\ + 234,835v_3 + 65,801v_2v_3 + 114,589v_3x_4 + 81,845v_3x_5$$

Розглянемо діаграму залежності показника «інтенсивність фінансування» від чинників для п'ятнадцяти різних організаційних схем, рис.3.

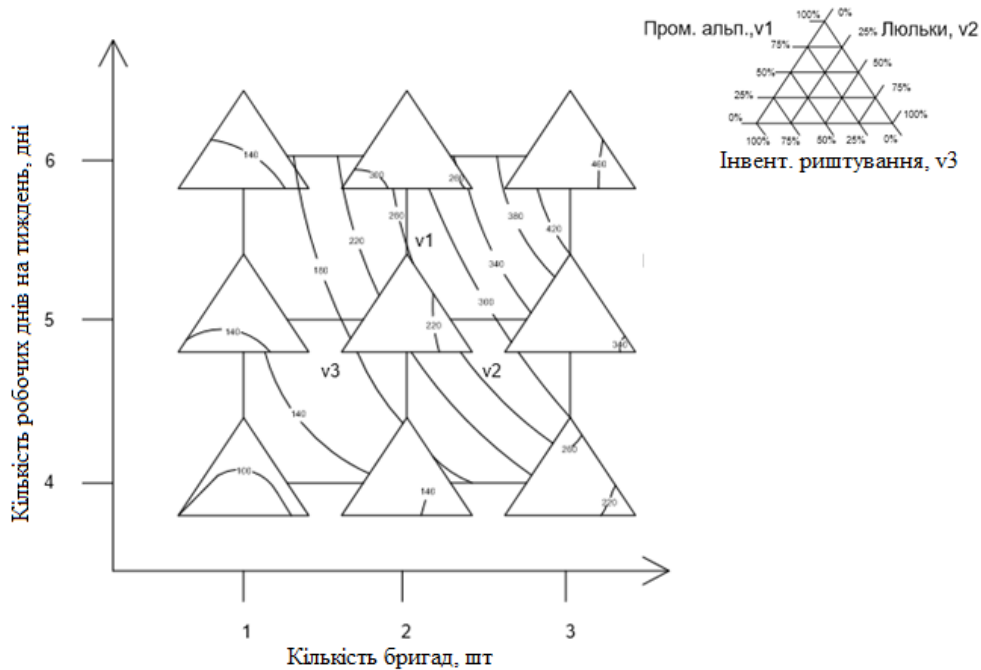


Рисунок 3 – Вплив організаційно-технологічних факторів на інтенсивність фінансування проекту утеплення фасадів будівлі «мокрим» способом

Характер впливу технологічних факторів на показник «інтенсивність фінансування» змінюється в залежності від рівня фактору кількості робочих днів на тиждень. Розглянувши діаграму можна побачити, що найменшу інтенсивність фінансування в 100 тис. грн/місяць має технологія з використанням інвентарних риштувань по відношенню до інших технологічних схем при мінімальній кількості бригад, зайнятих в процесі утеплення. Це пояснюється тим, що при одній бригаді по тривалості виконання робіт подовжуються терміни їх виконання.

Максимальний рівень інтенсивності фінансування проекту з утеплення фасаду досягається при використанні будівельних колісок, максимальним показником кількості бригад і робочих днів на тиждень. Це знайде своє відображення на тривалості робіт.

Цікаво відзначити, що при зменшенні кількості робочих днів в тиждень, інтенсивність фінансування все більше залежить від поєднання використання будівельних колісок і інвентарних риштувань в співвідношенні  $v_2 : v_3 = 60:40$ . Ця тенденція різко змінюється з ростом кількості бригад.

### Висновки

1. Для досягнення мінімальних значень тривалості проекту утеплення слід використовувати технологічну схему виробництва робіт з будівельних колісок, при організації робіт в 6 робочих днів і кількості залучених бригад – 3. ЕС-моделювання показало можливість використання 70 осіб, замість 75. Тривалість робіт при цьому становитиме 91 день.
2. Мінімальна вартість проекту утеплення буде за умови використання для конкретного об'єкта, а

саме елітного житлового комплексу, промислового альпінізму та робіт з будівельних кошиків в співвідношенні  $v_1 : v_2 = 50:50$ . При цьому вартість робіт складе на заданий об'єм 1,3 млн.грн. У разі заміни використання люльок на інвентарні ліси відбудеться збільшення вартості на 9,8%, що складе 100 тис. грн. Виявлено, що при використанні методу промислового альпінізму замість будівельних кошиків, практично не має збільшення загальної вартості.

3. Максимальний рівень інтенсивності фінансування проекту з утеплення фасаду досягається при використанні будівельних кошиків, максимальним показником кількості бригад і робочих днів на тиждень. Це знайде своє відображення на тривалості робіт. Найменшою інтенсивністю фінансування в 100 тис. грн./ місяць має технологія утеплення з інвентарних риштувань по відношенню до інших технологічних схем, при мінімальній кількості бригад.

4. В результаті проведення ЕСМ для виявлення залежності економічних показників від організаційно-технологічних факторів було встановлено наступне: на вартість проекту утеплення впливають технологічні фактори відсоткового поєднання виконання робіт із різних засобів підмоцуння. У свою чергу, такі організаційні чинники, як тривалість робочого тижня та кількість задіяних бригад на вартість робіт не впливають.

5. Встановлено, що попереднім моделюванням організації технологічних процесів можна керувати інтенсивністю фінансування робіт і навпаки, знаючи необхідну інтенсивність фінансування грамотно підбирати організаційно-технологічні рішення щодо виробництва утеплення фасадів будівель.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України "Про енергетичну ефективність будівель" [Електронний ресурс]: за станом на 2 червня 2017 р. / Верховна Рада України.– Офіц. вид.–К.: Відомості Верховної Ради, 2017.–204 с.
2. Ковалко М.П. Енергозбереження – пріоритетний напрямок державної політики України / М.П. Ковалко, С.Л. Денисюк // – К.: НАН України, АТ "Енергозбереження", 1998. – 506 с.
3. Чернявський В.В. Теплоізоляційно-опоряджувальні фасадні системи як засіб термомодернізації житлового фонду України / В.В. Чернявський, О.І. Юрін, Г.Г. Фаренюк // Ресурсноекономічні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – 2008. – Вип. 17.– С. 365 – 372.
4. Нетеса К.М. Вдосконалення та визначення раціональних організаційно-технологічних рішень влаштування фасадних систем багатоповерхових цивільних будівель: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.23.08 / Дніпро, 2021. –24 с/
5. Ратушняк Г.С. Організаційно-технологічні чинники впливу на енергоефективність огорожувальних конструкцій будівель/ Г. С. Ратушняк Ю. С. Бікс А. О. Лялюк. // Міжнародний науково-технічний журнал "Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві". – Вінниця:- ВНТУ. УНІВЕРСУМ , -№2 (33), 2022. – С.203-210.
6. Фаренюк Г. Г., Агеева Г. М. Особенности оценивания энергоэффективности проектов жилых домов // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит . 2010. №5 (75). С.13-17.
7. Менейлюк О.І. Матеріали та технології ізоляційних робіт в будівництві / О.І. Менейлюк, Бабій І.М., Бочорішвілі Г.Д., Бочевар К.І. // Монографія. М 34. Одеса: Видавництво ФОП Бондаренко М.О., 2020. – 492 с.: іл.
8. Дудар І.Н., Кучеренко Л.В., Швець В.В. Енергозбереження в житловому будівництві: навч. посібник. Ч.1. Вінниця: ВНТУ, 2015.- 57с.
9. Бабій І.М. Аналіз факторів, що впливають на терміни утеплення фасадів багатоповерхових будівель/ І.М. Бабій, О.О. Борисов, Л.В. Кучеренко, Н.В. Олійник // Міжнародний науково-технічний журнал "Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві". – Вінниця:- ВНТУ. УНІВЕРСУМ , -№2 (31), 2021. – С.32-36.
10. Менейлюк О. І. Вибір ефективних моделей реалізації проектів в умовах мінливої фінансової ситуації / О.І. Менейлюк, І.С. Чернов, Л.В. Лобакова // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Харків, 2014 р.– С. 71-75.
11. Бабій І.Н. Влияние различных организационно-технологических схем проекта утепления фасадов на его технико-экономические показатели / И.Н. Бабий, А.И. Каминская-Пинаева // Вісник ОДАБА, Одеса: Атлант, 2016. – Вип. 64. – С. 234-239.
12. Бабій І.М. Оптимізація проекту утеплення будинку системою вентиляований фасад на основі експериментально-статистичного моделювання / І.М. Бабій, А.І. Камінська-Пінаєва // Науково-технічний збірник "Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві", Вінниця, ВНТУ, 2016. – No. 2(21). – С. 25-31.
13. Вовк С.Н. Роль математической теории эксперимента в повышении эффективности инженерных исследований и разработок / С.Н. Вовк, В.А. Вознесенский // Философские проблемы современного естествознания: Респ. междув. науч. сб., К. Изд-во КГУ – 1988. Вып. 66. – С. 120-126.
14. Вознесенский В.А. Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ / В.А. Вознесенский, Т.В. Ляшенко, Б.Л.Огарков // К.: Вища школа, 1989. - 328с.
15. Вознесенский В.А. Принятие решений по статистическим моделям / Вознесенский В.А., Ковальчук А.Ф. // М., Статистика, 1978. – 196 с.

### REFERENCES

1. Zakon Ukrayiny "Pro enerhetychnu efektyvnist' budivel'" [Elektronnyy resurs]: za stanom na 2 chervnya 2017 r. / Verkhovna Rada Ukrayiny.– Ofits. vyd.–К.: Vidomosti Verkhovnoyi Rady, 2017.–204 s.
2. Kovalko M.P. Enerhozberzhennya – priorytetnyy napryamok derzhavnoyi polityky Ukrayiny / M.P. Kovalko, S.L. Denysyuk // – К.: NAN Ukrayiny, AT "Enerhozberzhennya", 1998. – 506 с.
3. Chernyavs'kyu V.V. Teploizolyatsiyno-oporyadzhuval'ni fasadni systemy yak zasib termomodernizatsiyi zhytlovoho fondu

- Ukrayiny / V.V. Chernyavs'kyy, O.I. Yurin, H.H. Farenjuk // Resursnoekonomni materialy, konstruktsiyi, budivli ta sporudy. – 2008. – Vyp. 17. – S. 365 – 372.
4. Netesa K.M. Vdoskonalennya ta vyznachennya ratsional'nykh orhanizatsiyno-tekhnologichnykh rishen' vlashtvannya fasadnykh system bahatopoverkhovykh tsyvil'nykh budivel': avtoref. dys... kand. tekhn. nauk: 05.23.08 / Dnipro, 2021. – 24 s/ 5. Ratushnyak H.S. Orhanizatsiyno-tekhnologichni chynnyky vplyvu na enerhoefektyvnist' ohorodzhuval'nykh konstruktсий budivel'/ H. S. Ratushnyak YU. S. Biks A. O. Lyalyuk. // Mizhnarodnyy naukovy-tekhnichnyy zhurnal "Suchasni tekhnolohiyi, materialy i konstruktsiyi v budivnytstvi". – Vinnytsya: VNTU. UNIVERSUM, -№2 (33), 2022. – S.203-210.
  5. Farenjuk H. H., Aheeva H. M. Osobennosti otsenyvannya enerhoefektyvnosti proektov zhylykh domov // Énerhosberezhenye. Énerhetyka. Énerhoaudyt. 2010. №5 (75). S.13-17.
  6. Menelyuk O.I. Materialy ta tekhnolohiyi izolyatsiynykh robiv v budivnytstvi / O.I. Menelyuk, Babiy I.M., Bochorishvili H.D., Bochevar K.I. // Monohrafiya. M 34. Odesa: Vydavnytstvo FOP Bondarenko M.O., 2020. – 492 s.: il.
  7. Dudar I.N., Kucherenko L.V., Shvets' V.V. Enerhozberezhennya v zhytlovomu budivnytstvi: navch. posibnyk. CH.1. Vinnytsya: VNTU, 2015.- 57s.
  8. Babiy I.M. Analiz faktoriv, shcho vplyvayut' na termyny uteplennya fasadiv bahatopoverkhovykh budivel'/ I.M. Babiy, O.O. Borysov, L.V. Kucherenko, N.V. Oliynyk // Mizhnarodnyy naukovy-tekhnichnyy zhurnal "Suchasni tekhnolohiyi, materialy i konstruktsiyi v budivnytstvi". – Vinnytsya: VNTU. UNIVERSUM, -№2 (31), 2021. – S.32-36.
  9. Menelyuk O. I. Vybir efektyvnykh modeley realizatsiyi proektiv v umovakh minlyvoyi finansovoyi situatsiyi / O.I. Menelyuk, I.S. Chernov, L.V. Lobakova // Visnyk Natsional'noho tekhnichnoho universytetu «KHPi». Kharkiv, 2014 r.– S. 71-75.
  10. Babiy I.N. Vlyyanye razlychnykh orhanizatsiyno-tekhnologicheskyykh skhem proekta uteplennya fasadov na eho tekhniko-ekonomycheskye pokazately / I.N. Babiy, A.I. Kamynskaya-Pynaeva // Visnyk ODABA, Odesa: Atlant, 2016. – Vyp. 64. – S. 234-239.
  11. Babiy I.M. Optymizatsiya proektu uteplennya budynku systemoyu ventyl'ovanny fasad na osnovi eksperymental'no-statystychnoho modeluвання / I.M. Babiy, A.I. Kamynskaya-Pynaeva // Naukovy-tekhnichnyy zbirnyk "Suchasni tekhnolohiyi, materialy i konstruktsiyi v budivnytstvi", Vinnytsya, VNTU, 2016. – No. 2(21). – S. 25-31.
  12. Vovk S.N. Rol' matematycheskoy teoryi eksperymenta v povysheniy efektyvnosti ynzhenerykh yssledovanny y razrobotok / S.N. Vovk, V.A. Voznesensky // Fylosofskyye problemy sovremennoho estestvoznannya: Resp. mezhdud. nauch. sb., K. Yzd-vo K-HU – 1988. Vyp. 66. – S. 120-126.
  13. Voznesensky V.A. Chyslennyye metody resheniya stroytel'no-tekhnologicheskyykh zadach na ÉVM / V.A. Voznesensky, T.V. Lyashenko, B.L. Oharkov // K.: Vyshcha shkola, 1989. - 328s.
  14. Voznesensky V.A. Prynatyte resheniy po statystycheskym modelyam / Voznesensky V.A., Koval'chuk A.F. // M., Statystyka, 1978. – 196 s.

**Бабій Ігор Миколайович** – к.т.н., доцент, доцент кафедри технології будівельного виробництва Одеської державної академії будівництва і архітектури. E-mail: igor7617@gmail.com. ORCID ID: 0000-0001-8650-1751.

**Кучеренко Лілія Василівна** – к.т.н., доцент, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету. E-mail: liliya13liliya13@gmail.com. ORCID ID: 0000-0003-0348-3610.

**I. Babii<sup>1</sup>**  
**L. Kucherenko<sup>2</sup>**

## MODELING OF ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL FACTORS FOR DETERMINING EFFECTIVE SOLUTIONS FOR THE PROJECT OF INSULATION OF FACADES WITH PLASTER COVERING

<sup>1</sup>Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odessa

<sup>2</sup>Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

*As a result of the research, it was established that in the construction industry, the most widely used systems for insulating external enclosing structures are bonded thermal insulation systems and hinged ventilated facades. It was determined that the technical and economic indicators of the building facade insulation project can be controlled and optimized with the help of preliminary modeling of organizational and technological solutions. Significant organizational and technological factors that have an impact on the technical and economic indicators of the project were determined. The dependence of changes in the indicators of the duration of construction and installation work on insulation, their cost and the intensity of financing when significant factors are varied is revealed. The dependence of the change in the cost of the facade insulation project by the bonded thermal insulation method on the use of various means of underlaying is determined. On the basis of EC-modeling, the dependencies of changes in the cost of the project when using different technological methods and options for organizational solutions for the insulation of external enclosing structures of buildings with plaster decoration were investigated.*

**Keywords:** thermal modernization, funding intensity, modeling, insulation of facades, means of underlaying.

**Ihor Babii** – PhD, Associate professor of the Department of Technology of Building Production of the Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture. E-mail: igor7617@gmail.com. ORCID ID: 0000-0001-8650-1751.

**Lily Kucherenko** – PhD, Associate professor of the Department of Building, Urban and Architecture of the Vinnytsia National Technical University. E-mail: liliya13liliya13@gmail.com. ORCID ID: 0000-0003-0348-3610.