

УДК 693. 546

Олександр ОСИПОВ,

д-р техн. наук, професор

ORCID: 0000-0002-5463-3976

Дмитро ФІРСОВ,

аспірант кафедри організації і управління будівництвом,

ORCID: 0000-0002-9071-8336

Київський національний університет будівництва та архітектури, м. Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ МОНТАЖУ СВІТЛОПРОЗОРИХ КОНСТРУКЦІЙ

Активний розвиток будівельної галузі України здійснюється за рахунок впровадження сучасних технологій, адаптуючись до викликів часу, зокрема, до потреб післявоєнної відбудови, оновлення промислової та цивільної забудови та інфраструктурних об'єктів. Технології в будівельній галузі України розвиваються завдяки впровадженню інноваційних підходів. Значне збільшення обсягів будівництва та зростаючий попит на житлові будинки також впливає на обсяги монтажних робіт віконних конструкцій, що відповідно потребує наукових обґрунтувань можливих напрямків вдосконалення технологічного процесу. Вибір системи віконних конструкцій з ПВХ і їхній правильний монтаж є критично важливими для забезпечення комфорту, енергоефективності та довговічності будівлі. Таки показники як звукоізоляція приміщення, енергозбереження, повітрообмін, та клімат в середині приміщення і, як наслідок, здоров'я людини безпосередньо залежать від якості монтажу вікна. Неврахування важливих факторів може призвести згодом до появи негативних наслідків (а саме – протяги, поява плісняви в середині приміщення, підвищена вологість повітря). Встановлено, що процес монтажу віконних конструкцій наразі характеризується як трудомісткий (він має багато неоднорідних операцій) та такий, що переважно виконується вручну. Однак, розвиток технології, поява на ринку нових систем, надає можливість внести певні зміни, та скоротити час робіт на будівельному майданчику. Важливим питанням є визначення факторів, які впливають на можливість вибору оптимального рішення. Наявність підготовлених до монтажу віконних блоків та додаткових монтажних систем, злагоджена робота бригади та ефективна координація поставок матеріалів мінімізують простоті та скорочують загальний час монтажу. Використання BIM-технологій (Building Information Modeling) дозволяє заздалегідь спланувати всі етапи робіт, зменшуючи кількість помилок. Умови виконання робіт, вид будівництва, конструктивні рішення, обмеження та організація будівництва – усі ці фактори впливають у значній мірі на вибір технології монтажу вікон і як наслідок на час та вартість будівництва в цілому.

Ключові слова: *віконні системи, сучасні тенденції у застосуванні, фактори впливу, малоопераційні системи монтажу, вибір технології.*

Вступ. Фактори, що впливають на вибір методів монтажу вікон у житлових будівлях, можна досліджувати, використовуючи загальну методику та методи, які

включають опитування, інтерв'ю, аналіз нормативної документації та експериментальні дослідження, що базуються на методах математичного, економіко-математичного, організаційно-технологічного та технологічного моделювання, що передбачає вивчення залежності між параметрами входу та величиною виходу.

Як параметри входу розглядаються методи, технологічні рішення та параметри монтажу виконаних конструкцій у багатоповерхових житлових будівлях, як вихід – показники техніко-економічної ефективності будівельного процесу.

Аналіз досліджень і публікацій. Питання визначення факторів, які впливають на вибір технології монтажу висвітлені у багаточисленних роботах в Україні та зарубіжжі, але вони переважно торкаються більш основних будівельних конструкцій. Визначення факторів, впливаючих на вибір технології монтажу світлопрозорих конструкцій, виконується замовником будівництва та підрядником на основі діючого нормативного законодавства та економічної доцільності [1–6].

Постановка задачі. Вибір та обґрунтування технології монтажу, передбачає виявлення системи домінуючих факторів з оцінкою рівня їх впливу.

Загальну схему методики дослідження факторів можна подати у вигляді моделі, що включає три етапи:

- перший етап – аналіз та систематизація факторів, які впливають на вибір технології монтажу;
- другий етап – встановлення значимості сформованих груп факторів методами експертного опитування;
- третій етап – статистичний аналіз факторів, які мають найбільший вплив на вибір технології монтажу світлопрозорих огорожувачих конструкцій.

Основна частина. Формування груп основних факторів (перший етап) виконано у дві стадії: на першій стадії – виконаний обмін думками фахівців по характеру та рівню впливу основних факторів на технологію монтажу світлопрозорих огорожувачих конструкцій. Опитування проводилось серед фахівців які мають як науковий, так і великий практичний досвід (монтажників, інженерів). Це дозволяє кількісно оцінити важливість різних факторів, таких як вартість, терміни виконання, складність робіт, довговічність та енергоефективність.

На другій стадії, виконано мозкову атаку «в рознесення», та проведено обстеження низки об'єктів-представників, представляючих собою випадкову вибірку, з узагальненням раніше отриманих думок експертів. На підставі цього, виконано формування основний сукупності впливаючих факторів.

Принципи дослідження. Формування та систематизація факторів впливу здійснено на *принципах*:

системності: фактори впливу розглядаються як елементи (підсистеми) більш складних виробничих систем, де вони представляють собою продуктивні фактори і процеси;

домінантності: множина факторів повинна бути зведена до множини найвпливовіших факторів; ті чинники, що як правило завжди проявляються та є вагомими за рівнем впливу;

достатності: множина факторів повинна бути достатньою за структурою, щоб на основі її розробити організаційно-технологічні рішення, які гарантовано забезпечуватимуть дотримання норм для певних умов будівництва.

В результаті виконаної згортки отримано основні групи (підгрупи) факторів, що впливають (табл. 1). Згортка виконана з урахуванням частоти висловлювань експертів щодо тієї чи іншої групи факторів.

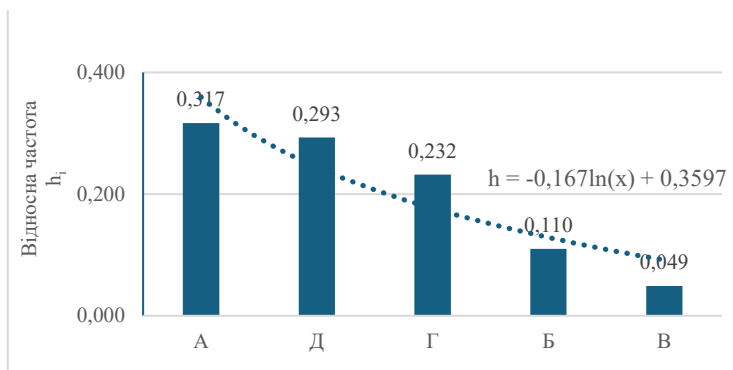
Після статистичної обробки отриманих результатів, ми можемо оцінити рівень вагомості зазначених груп факторів ілюструє побудована гістограма (рис. 1) на якій відображено розподілення думок експертів за відносною частотою висловлень.

Таким чином, на думку експертів, найвпливовішими факторами які впливають на вибір технології монтажу є функціонально-цільові умови будівництва (група А), організаційні умови та обмеження (група Д) та технологічні фактори (група Г) займають, відповідно, друге та третє місця, будівельно-технологічні характеристики об'єкта (група Б) займає четверте місце, а конструктивно-технологічна досконалість віконної системи (група В) займає п'яте місце за значимістю.

Таблиця 1

Групування (згортка) впливаючих факторів (думок) експертів

Назва фактору
А - група. Функціонально-цільові умови будівництва
А.1. Вид будівництва (нове будівництво, реконструкція, ремонт)
А.2. Метод улаштування, оновлення віконних конструкцій (масове улаштування, повна, часткова або фрагментарна заміна, ремонт)
Б – група. Будівельно-технологічні характеристики об'єкта зведення
Б.1. Об'ємно-планувальне рішення об'єкту
Б.2. Конструктивне рішення об'єкту
Б.3. Технічний стан та наявність попередніх модернізацій і втручань в існуючий будинок
В-група. Конструктивно-технологічна досконалість віконної системи
В.1. Конструктивна гнучкість до перетворення розмірів і форми (властивості трансформера)
В.2. Технологічність процесу монтажу
Г – група. Технологічні фактори
Г.1. Параметри фронту робіт (просторові, технологічні, часові)
Г.2. Умови виконання монтажних процесів
Г.3. Прийоми виконання монтажних операцій
Д – група. Організаційні умови і обмеження
Д.1. Організація будівництва об'єкту
Д.2. Обмеження

Рис. 1. Гістограма розподілу груп факторів за відносної частотою висловлень (h)

Для отримання узгодженого документа про групи факторів, що впливають (стадія 2) виконана мозкова атака «в рознос» з узагальненням раніше отриманих думок експертів, а також результатів аналізу та систематизації умов виконання монтажу світлопрозорих конструкцій.

У результаті виконаної мозкової атаки «в рознос» було отримано новий повністю узгоджений документ – групи чинників, які впливають на вибір раціональних методів монтажу світлопрозорих конструкцій (табл. 2).

Таблиця 2

Основні групи факторів, впливаючих на вибір раціональних методів монтажу світлопрозорих конструкцій

Групи факторів	Підгрупи факторів
А - група. Функціонально-цільові умови будівництва	А.1. Вид будівництва (нове будівництво, реконструкція, ремонт)
	А.2. Метод улаштування, оновлення віконних конструкцій (масове улаштування, повна, часткова або фрагментарна заміна, ремонт)
Б – група. Будівельно-технологічні характеристики об'єкта зведення	Б.1. Об'ємно-планувальне рішення об'єкту
	Б.2. Конструктивне рішення об'єкту
	Б.3. Технічний стан та наявність попередніх модернізацій і втручань в існуючий будинок
В-група. Конструктивно-технологічна досконалість віконної системи	В.1. Конструктивна гнучкість до перетворення розмірів і форми (властивості трансформера)
	В.2. Технологічність процесу монтажу
Г – група. Технологічні фактори	Г.1. Параметри фронту робіт (просторові, технологічні, часові)
	Г.2. Умови виконання монтажних процесів
	Г.3. Прийоми виконання монтажних операцій
Д – група. Організаційні умови і обмеження	Д.1. Організація будівництва об'єкту
	Д.2. Обмеження

Оцінка значущості впливу сформованих груп факторів виконано методом експертної оцінки [7-10].

Дослідження значущості факторів виконано з використанням двоетапної схеми експертної оцінки, яка дозволяє поступово вдосконалювати загальну сукупність об'єктів дослідження (груп та підгруп факторів) за допомогою отримання та аналізу результатів опитування, їх коригування та подальшої експертної оцінки. Як об'єкти експертної оцінки прийняті сформовані групи факторів, а саме:

А – фактори. Функціонально-цільові умови будівництва

Б – фактори. Будівельно-технологічні характеристики об'єкта зведення

В – фактори. Конструктивно-технологічна досконалість віконної системи

Г – фактори. Технологічні фактори

Д – фактори. Організаційні умови і обмеження

Отримані дані оцінки значущості груп факторів представлені у вигляді діаграми рангів (рис. 2), де по осі абсцис відкладено об'єкти дослідження (групи факторів), а по осі ординат – суми рангів.

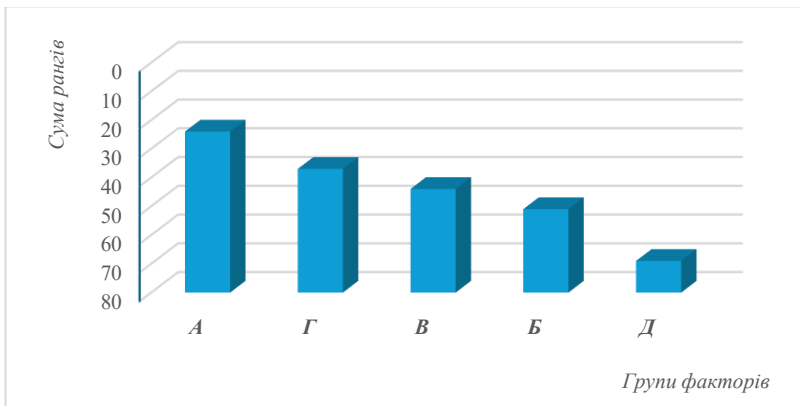


Рис. 2. Діаграма рангів

Аналіз діаграми показує, що, на думку експертів, функціонально-цільові умови будівництва (фактор А) мають найбільший вплив на вибір раціональної технології монтажу віконних конструкцій. Також значний вплив надають технологічні фактори (фактор Г) і, трохи менший вплив, конструктивно-технологічна досконалість віконної системи (фактор В), будівельно-технологічні характеристики об'єкта (фактор Б). Вплив організаційних умов та обмежень (фактор Д) на досліджуване питання порівняно з вищевказаними факторами – помітно менше.

Оцінку ступеня впливу аналізованих факторів на параметри технології монтажу світлопрозорих конструкцій доповнено дисперсійним аналізом за допомогою критерію Фішера (F – критерій).

Результати дисперсійного аналізу підтверджують, що спільний вплив сукупності досліджуваних груп факторів (А, Б, В, Г, Д – груп факторів) на параметри технології монтажу віконних конструкцій значуще в порівнянні з іншими факторами, які в даному дослідженні не розглядаються. Крім того, підтверджується

і загальний характер впливу виділених груп факторів – найбільший вплив має А – група факторів, найменший вплив має Д – група факторів.

Висновки:

1. Підвищення основних техніко-економічних показників виконання будівельно-монтажних робіт при виконанні монтажу світлопрозорих конструкцій можливе на основі забезпечення врахування основних впливових факторів, виявлення взаємозв'язку між основними будівельно-технологічними характеристиками і технологіями.

2. Встановлено основні групи факторів, які можна розглядати як домінуючі при виборі та обґрунтуванні можливих методів монтажу. Дослідження факторів виконано за фактичними даними об'єктів-представників, які можна розглядати як статистичну вибірку, що охоплює більшість новобудов. Виділено такі групи факторів, що впливають: 1) функціонально-цільові умови будівництва; 2) технологічні фактори; 3) конструктивно-технологічна досконалість віконної системи; 4) будівельно-технологічні характеристики об'єкта; 5) вплив організаційних умов та обмежень. Рівень значущості факторів, що впливають, встановлений за результатами експертної оцінки.

Аналіз об'єктів-представників дозволив виділити основні види технологій монтажу: кріплення та запінювання конструкцій в прорізі (до 70% від загальної кількості), монтаж вікна з використанням пароізоляційних стрічок (20%) та монтаж вікна в зоні утеплювача з використанням пароізоляційних стрічок (10%).

3. Дослідження нормативної бази [1] показує, що згодом відбулися зміни які обмежують варіанти технології які дозволено застосовувати у теперішній час, а саме просте кріплення та запінювання віконних конструкцій у прорізі без застосування гідро- та пароізолюючих матеріалів не відповідає чинному законодавству. Тобто виходячи з аналізу чинного законодавства, ми можемо стверджувати, що наразі ми можемо залишити дві основні технології монтажу:

- монтаж вікна з використанням паро- та гідроізоляційних стрічок,
- монтаж вікна в зоні утеплювача з використанням додаткових профілів для виносного монтажу.

Список літератури:

1. ДСТУ Б.В.2.6-79:2009. Конструкції будинків і споруд. Шви з'єднувальні місць примикань віконних блоків до конструкцій стін. Загальні технічні умови. [Чинний від 2024-03-13]. Вид. офіц. ДП «УкрНДНЦ», 2009.
2. Осипов А.Ф., Романушко Є.Г. Аналіз і прогнозування основних тенденцій і напрямків прогресу в будівництві: методичні рекомендації. К.: КНУБА, 2000. 24 с.
3. Менейлюк А.И. Современные технологии в строительстве: Учебник; 3-е издание, доп. и пер. / [А.И. Менейлюк, В.С. Дорофеев, Л.Е. Лукашенко и др.] К.: Освіта України, 2011. 534 с.
4. ДСТУ EN 14351-1:2020. Вікна та двері. Вимоги. Частина 1. Вікна та зовнішні двері. [Чинний від 2021-02-01]. Вид. офіц. ДП «УкрНДНЦ», 2020.
5. Leitfaden zur Planung und Ausführung der Montage von Fenstern und Haustüren für Neubau und Renovierung. URL: https://guete-shop.de/wp-content/uploads/2024/03/LzM_2024_Leseprobe.pdf?srsltid=AfmBOorP2qayQwJMsUuF9bYFAxVEpZERSx9K6VVQGZrtiKIO-3Z055IZ
6. Литвин В., Олійник Н., Мудрак В., Фірсов Д. та ін. Монтажник віконних та дверних конструкцій: навч. посіб. Одеса: Гельветика, 2023. 121 с.

7. Грабовецький Б.С. Методи експертних оцінок: теорія, методологія, напрямки використання: монографія. Вінниця: ВНТУ, 2010. 171 с.
8. Гесць В.М., Клебанова Т.С., Черняк О.І., Іванов В.В., Дубровіна Н.А. Моделі і методи соціально-економічного прогнозування: підручник. Х.: ВД «ІНЖЕК», 2005. 394 с.
9. Тоценко В.Г. Методи та системи підтримки прийняття рішень. Алгоритмічний аспект. К.:Наукова думка, 2002. 381 с.
10. Barkhi, R., Rolland, E., Butler, J. & Fan, W. (2005). Decision support system induced guidance for model formulation and solution. *Decision Support Systems*, 40(2), 269-281. DOI: 10.1016/j.dss.2003.12.006

Oleksander OSYPOV, Dmytro FIRSOV

Research of factors influence on the choice of a system for application and installation of pvc windows

The active development of the construction industry of Ukraine is carried out through the introduction of modern technologies, adapting to the challenges of the time, in particular, to the needs of post-war reconstruction, renovation of industrial and civil buildings and infrastructure facilities. Technologies in the construction industry of Ukraine are developing due to the introduction of innovative approaches. A significant increase in construction volumes and growing demand for residential buildings also affects the volume of installation work of window structures, which accordingly requires scientific substantiation of possible directions for improving the technological process. The choice of a PVC window structure system and their correct installation are critically important for ensuring comfort, energy efficiency and durability of the building. Indicators such as room sound insulation, energy saving, air exchange, and the climate inside the room and, as a result, human health directly depend on the quality of window installation. Failure to take into account important factors can subsequently lead to negative consequences (namely, drafts, the appearance of mold inside the room, increased air humidity). It has been established that the process of installing window structures is currently characterized as labor-intensive (it has many heterogeneous operations) and is mainly performed manually. However, the development of technology, the appearance of new systems on the market, provides an opportunity to make certain changes and reduce the time of work on the construction site. An important issue is the determination of factors that affect the possibility of choosing the optimal solution. The presence of window blocks prepared for installation and additional installation systems, coordinated work of the team and effective coordination of material supplies minimize downtime and reduce the total installation time. The use of BIM technologies (Building Information Modeling) allows you to plan all stages of work in advance, reducing the number of errors. The conditions of work, type of construction, design solutions, restrictions and organization of construction - all these factors significantly affect the choice of window installation technology and, as a result, the time and cost of construction as a whole.

Keywords: window systems, modern trends in application, influencing factors, low-operation installation systems, choice of technology.