

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДНІПРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ ІМЕНІ АКАДЕМІКА В. ЛАЗАРЯНА

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ»

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

НЕТЕСА КОСТЯНТИН МИКОЛАЙОВИЧ

УДК 692.232.4

ДИСЕРТАЦІЯ

**ВДОСКОНАЛЕННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ
ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ВЛАШТУВАННЯ
ФАСАДНИХ СИСТЕМ БАГАТОПОВЕРХОВИХ ЦИВІЛЬНИХ
БУДІВЕЛЬ**

05.23.08 – технологія та організація промислового і цивільного
будівництва
19 – Архітектура та будівництво

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне
джерело


К.М. Нетеса
(підпис, ініціали та прізвище здобувача)

Науковий керівник: Радкевич Анатолій Валентинович, доктор технічних
наук, професор

Дніпро — 2021

АНОТАЦІЯ

Нетеса К.М. Вдосконалення та визначення раціональних організаційно-технологічних рішень влаштування фасадних систем багатоповерхових цивільних будівель. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 05.23.08 «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва» (19 – Архітектура та будівництво). – Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна Міністерства освіти і науки України, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» Міністерства освіти і науки України, Дніпро, 2021.

Виконано аналіз проблем, що пов'язані з процесом впровадження ресурсозберігаючих технологій при влаштуванні фасадних систем багатоповерхових житлових та громадських будівель і шляхів їх вирішення.

Статистичним аналізом встановлено, що в Україні широко застосовуються фасадні системи різних типів. Вони розрізняються за видом утеплювача, зовнішнім виглядом, типами матеріалів та послідовністю виконання робіт при улаштуванні. При цьому довговічність у них також різна, проте в будь-якому випадку нижча за рекомендований термін експлуатації житлових та громадських будівель, що складає 100 років.

Оскільки фасадна система виконує в першу чергу огорожувальні функції для будівлі, захищаючи конструкції та внутрішній простір від впливу зовнішніх факторів, виникає необхідність забезпечення довговічності і надійності її ізоляційних елементів для чинення опору кліматичним та силовим впливам. Важливою задачею є врахування зміни

властивостей фасадної системи з пливом часу, а також за умови зміни кліматичних факторів відповідного регіону.

Згідно стратегії впровадження енергозбереження в усі сфери людської діяльності, вкрай важливою залишається задача підвищення енергоефективності при зведенні нових будівель і споруд. Проте більшість будівель, побудованих на території України протягом 70-80-х років ХХ сторіччя, не відповідають сучасним вимогам нормативної документації щодо енергоефективності. Тому задача капітального ремонту одночасно з відновленням та покращенням теплоізоляційних властивостей також актуальна.

На сьогодні актуальною невирішеною проблемою залишилось удосконалення та раціоналізація організаційно-технологічного регламенту експлуатації фасадної системи та періодичності виконання капітальних ремонтів для максимальної ефективності використання ресурсу відповідних елементів. В результаті елементи можуть замінюватись до вичерпання ресурсу функціональних можливостей, призводячи до збільшення витрат праці та вартості. Або ж капітальний ремонт відбувається запізно, і втрати енергоносіїв через неналежні ізоляційні властивості зношеної фасадної системи призводять до значних витрат.

Виробники ж фасадних систем регламентують тільки терміни служби окремих її складових, а також всієї системи в цілому, за умови належного виконання процедур огляду, поточних ремонтів, обслуговування, тощо. Проте чисельних параметрів, які дозволять прогнозувати ефективність подальшої експлуатації при порушеннях такого регламенту, або ж визначити відсоток зношеності системи в конкретний час, не існує: за порушення регламенту експлуатації виробник позбавляє власника гарантійних прав на продукт (фасадну систему), не хвилюючись про подальшу експлуатацію.

Відповідна недосконалість існує і при капітальному ремонті будівель та споруд шляхом повної заміни зношеної фасадної системи новою. Через

високу вартість відповідних робіт та значні одноразові витрати часто обирається найдешевша фасадна система з низьким терміном довговічності без урахування індивідуальних особливостей конкретної будівлі – розташування, кліматичних чинників, особливостей використання приміщень, тощо. Як наслідок, експлуатація будівлі викликає послідовні суттєві витрати на підтримання належного мікроклімату всередині будівлі, погіршується зовнішній вигляд будівлі та її архітектурна виразність, а також зменшується тривалість міжремонтного періоду. В перспективі можливе зменшення довговічності всієї будівлі в цілому.

Важливим завданням залишається прогнозування регламенту експлуатації фасадної системи в області вибору раціонального періоду виконання ремонтних робіт, а також конкретної пори року для даних операцій. Більшість приміщень в громадських будівлях експлуатуються різними організаціями на правах оренди. Відповідно виконання ремонтних робіт може призводити до обмеження доступу до будівлі, зниження ефективності використання приміщень і прибуткового рівня загалом. У випадку раціонального проектування регламенту експлуатації фасадної системи вважається перспективним винесення періодів капітального ремонту фасадної системи в період найменшої навантаженості будівлі, коли обмеження доступу клієнтів до будівлі та інші складнощі не виконують значного впливу на економічну ефективність експлуатації приміщень. З огляду на наявність в деяких системах переліку так званих мокрих робіт, виконання яких потребує додатніх температур зовнішнього середовища ($+5^{\circ}\text{C}$ та більше), можливе обмеження такого перенесення, на що також потрібно зважати при виборі раціональної фасадної системи.

Наукова гіпотеза роботи полягає в припущенні, що всебічне об'єктивне порівняння показників сучасних фасадних систем для конкретного проекту, з оглядом на конкретні кліматичні умови, особливості експлуатації та оптимальний мікроклімат внутрішнього

простору, а також сезонну зміну інтенсивності експлуатації будівлі призведуть до більш об'єктивного та зваженого вибору конкретної фасадної системи. За умови комплексного підходу до проектування організаційно-технологічного регламенту експлуатації та ремонту фасадної системи прогнозується більш ефективне використання ізоляційних елементів фасадної системи, що призведе до більш повного випрацювання їх ресурсу без зниження ефективності роботи, раціональної періодичності заміни під час ремонтів, і як наслідок – оптимізації витрат матеріально-технічних ресурсів.

Визначені організаційно-технологічні показники процесів улаштування та експлуатації існуючих фасадних систем. Виконано аналіз та групування заходів щодо контролю фасадної системи протягом різних періодів експлуатації. Під час порівняння технологічних регламентів утримання та поточних ремонтів сучасних фасадних систем визначене проблемне поле відсутності об'єктивного порівняння вартості та трудомісткості експлуатації фасадних систем з оглядом на довговічність і різного роду технологічні особливості.

В умовах географічного і кліматичного положення України, а також світової тенденції до ресурсозбереження, спостерігається закономірність в проектуванні капітальних ремонтів фасадних систем житлових та громадських будівель. Зокрема, крім традиційних відновлення зовнішнього виду, теплоізоляційних властивостей та естетичної привабливості на перший план виходить вимога енергоефективної модернізації системи. При цьому досить часто такий капітальний ремонт із заміною фасадної системи виконується до повного вичерпання ресурсу існуючих теплоізоляційних елементів. Очевидно, додаткові витрати коштів на модернізацію в подальшому призводять до значного заощаджування коштів на опалення та кондиціонування після неї.

За результатом аналізу витрат ресурсів на відновлення основних параметрів фасадних систем під час поточних та капітальних ремонтів

визначено, що понад 80% капітальних ремонтів фасадних систем часів 70х-80х рр. ХХ ст. полягає в улаштуванні нового фасаду з утепленням мінеральними або пінополістирольними плитами за технологією «мокрый фасад». При цьому спостерігається незначна залежність від площі фасаду, а також у вартості виконання ремонту в перерахунку на одиницю площі фасаду.

При прогнозуванні трудомісткості та вартості виконання капітальних ремонтів для фасадних систем різних типів визначено досить суттєву розбіжність конкретних значень в залежності від виробників. Проте за умови аналізу середніх значень та приведення їх до одиничної площі фасаду та перерахунку на 1 рік експлуатації встановлено, що найбільш раціональною є система навісного фасаду з вентиляльованим повітряним прошарком. Такі фасади потребують найменших витрат праці внаслідок відсутності мокрих процесів, а також мають мінімальну вартість внаслідок повторного використання елементів зі значним терміном експлуатації. Поточний ремонт «мокрих» фасадів ускладнюється необхідністю виконання робіт тільки в оптимальному температурно-вологістному режимі. Крім того, частота виконання поточних ремонтів «мокрих фасадів» призводить до зростання витрат праці і ускладнення експлуатації. Найдовший міжремонтний період при незначній трудомісткості мають скляні фасади, проте їх висока вартість дещо обмежує використання в практиці будівництва.

У третьому розділі відбувалося ранжирування факторів, впливаючих на вибір раціональної фасадної системи, методом експертного оцінювання. Групі експертів в області проектування, будівництва та експлуатації багатоповерхових будівель житлового та громадського призначення було запропоновано ранжувати фактори шляхом оцінювання ступеню впливу для кожного з них. Причому для факторів були попередньо визначені розмірність та межі зміни параметрів для більш точного та об'єктивного

сприйняття ступеню важливості фактору. Також кожен експерт мав змогу додати будь-який інший фактор на його розсуд до загального списку.

Отримані фактори ранжувались за методами апріорного ранжування факторів. При цьому був отриманий коефіцієнт конкордації $W=0,272$, який свідчить про невисоку узгодженість думок експертів. Проте розрахований критерій узгодженості Пірсона $\chi^2=65,21$ більший за табличне значення 24,99579, тому отриманий коефіцієнт конкордації $W=0,272$ – величина не випадкова, тому раціонально продовжити ранжування виділених факторів. На підставі експертного оцінювання важливості чинників, що впливають на вибір раціональної фасадної системи встановлено :

- найбільше значення мають чинники, що обумовлюють термін служби фасадної системи, вартість її улаштування, трудомісткість улаштування фасадної системи та тривалість міжремонтних періодів. Спостерігається зацікавленість учасників будівельного процесу в зменшенні тривалості виконання робіт та підвищенні термінів безвідмовної експлуатації, навіть шляхом збільшення вартості улаштування фасадної системи;

- менше значення мають взаємовиключні визначні чинники, такі як розрізненість елементів фасаду, світлопрозорість елементів, наявність «мокрих» процесів при виконанні робіт. Також експерти зацікавлені в підвищенні енергоефективності фасадної системи, зручності обстеження її поточного стану, а також можливості миття зовнішнього шару фасаду для підвищення естетичних властивостей та покращення умов експлуатації;

- найменше значення мають чинники, які забезпечують адаптацію конструкцій фасадної системи до зміни кліматичних факторів, а також повторного використання окремих елементів системи.

За результатами кореляційно-регресійного аналізу отримана імітаційна модель виду $-1105,425 + 16,045x_1 + 231,25x_3 + 20x_4 - 2687,825x_5$ при коефіцієнтах кореляції $R_{yx_1} = 0,90$; $R_{yx_3} = 0,93$; $R_{yx_4} = -0,82$; $R_{yx_5} = 0,55$. За значенням коефіцієнту детермінації 0,96

встановлено адекватність моделі та її придатність до подальшого використання в розрахунку прогнозованої вартості улаштування та експлуатації фасадних систем відповідно до технічних та організаційно-технологічних параметрів об'єктів будівництва.

Четвертий розділ включає в себе положення щодо впровадження результатів досліджень в умовах діючих проектних організацій м. Дніпро. Апробація та впровадження виконувались в професійній діяльності ТОВ «СТУДІЯ 9», ТОВ «ОМЕГА АРХИТЕКЧЕРАЛ БЮРО» та ТОВ «ОМЕГА-СКС», які спеціалізуються на проектуванні багатоповерхових будівель житлового та громадського призначення.

1. Впровадження організаційно-технологічних рішень проектування раціонального регламенту експлуатації фасадної системи забезпечило комплексний підхід до вибору типу фасадної системи відповідно до особливостей конкретної будівлі. При цьому відбувався більш зважений підхід до вибору конкретних властивостей матеріалів – складових фасадної системи – для забезпечення ефективної тривалості прогнозованих капітальних ремонтів та термінів міжремонтних періодів для повного вичерпання властивостей матеріалів. В результаті забезпечене виконання ремонтних робіт в найменш завантажений період експлуатації будівель без прив'язки до пори року та кліматичних факторів, а вартість та трудомісткість утримання фасадної системи забезпечена на мінімальному рівні. При цьому прогнозований економічний ефект в порівнянні з традиційним вибором фасадної системи без узгодженості тривалості міжремонтних періодів склав близько 2,6 млн грн. З них особистий внесок здобувача визначений на рівні 640 тис грн.

Ключові слова: фасадна система, експлуатація, капітальний ремонт, міжремонтний період, трудомісткість, вартість, ранжирування факторів, тривалість, ефективність.

SUMMARY

Netesa K.M. Perfection and determination of rational organizational and technological charts of arranging of the facade systems of multistory civil building. – Qualifying scientific work as a manuscript.

Thesis for the scientific degree of the candidate of technical sciences (Ph.D) in specialty 05.23.08 «Technology and the organization of industrial and civil engineering» (19 – Architecture and civil engineering). Dnipro national university of railway transport named after academician V. Lazaryan of the Ministry of education and science of Ukraine, State higher educational establishment «Prydniprovskya state academy of civil engineering and architecture» of the Ministry of education and science of Ukraine, Dnipro, 2021.

The analysis of problems is executed in the first division, that the introductions of resource-saving technologies related to the process are at arranging of the facade systems of multistory housing and public building, and ways of their decision.

It is set a statistical analysis, that the facade different typing systems are widely used in Ukraine. They differentiate after the type of insulation, original appearance, types of materials and sequence of implementation of works at arranging. Thus longevity for them is also different, however in any more subzero for the recommended term of exploitation of housing and public building, that folds 100.

As a facade system executes first of all non-load-bearing functions for building, protecting constructions and internal space from influence of external climatic factors, there is a necessity of providing of longevity and reliability of her isolating elements for offering resistance to climatic and power influences. An important task is an account of change of properties of the facade system from пливом time, and also on condition of change of climatic factors of corresponding region.

In obedience to strategy of introduction of energy-savings in all spheres of human activity, the extremely important is remained by the task of increase of energy efficiency at erection of new building and building. However most building built on territory of Ukraine during 70-80th of XX of century maintain the today's terms of heat saving. Therefore the task of major repairs simultaneously with renewal and improvement of heat-insulation properties is also actual.

For today the unsolved issue of the day was remained by determination and planning of organizational and technological regulation of exploitation of the facade system and periodicity of implementation of major repairs for maximal efficiency of the use of resource of corresponding elements. As a result elements can be replaced to exhausting of resource of functional possibilities, resulting in the increase of charges of labour and cost. Or major repairs take place late, and the losses of power mediums through improper isolating properties of the threadbare facade system considerably exceed the useful effect of the set aside repair.

The producers of the facade systems regulate tenures of employment of her separate constituents only, and also all system on the whole, on condition of the proper implementation of procedures of review, permanent repairs, service, and others like that. However numeral parameters that will allow to forecast efficiency of further exploitation at the breaches of such order or to define the percent of wearing out of the system in concrete time, do not exist: for the breach of order of exploitation a producer deprives the proprietor of warranty rights on a product (facade system), not worrying about further exploitation.

Corresponding imperfection exists and at major repairs of building and building by complete replacement of the threadbare facade system new. Through the high cost of corresponding works and considerable non-permanent charges the cheapest facade system is often elected with the subzero term of longevity without the account of individual features of concrete building - location, climatic factors, features of the use of apartments, and others like that.

As a result, exploitation of building causes following substantial charges on maintenance of the proper microclimate into building, original appearance of building gets worse and her architectural expressiveness, and also duration of the TBO period diminishes. In a prospect possible diminishing to longevity of all building on the whole.

An important task is remained by prognostication of regulation of exploitation of the facade system at the area of choice of rational period of implementation of repair works, and also concrete season for these operations. Most apartments in public building are exploited by different organizations on rights for a lease. Accordingly implementation of repair works can result in an access restriction to building, decline of efficiency of the use of apartments and profitable level on the whole. In case of the rational planning of regulation of exploitation of the facade system taking away of periods of major repairs of the facade system is considered perspective in the period of the least load building, when an access restriction and other complications will not result in record losses. Taking into account a presence in some systems of list of the so-called wet works implementation of that requires positive of temperatures of environment ($+5^{\circ}\text{C}$ and anymore), possible limitation of such transference, on what it is also needed to take into account at the choice of the rational facade system.

The scientific hypothesis of work consists in supposition, that comprehensive objective determination of the most rational facade system is for a concrete project, with a review on concrete climatic terms, features of exploitation of building and temperature and humidity mode in a middle apartments, and also a season unevenness over of intensity of exploitation of building will be brought to more objective and self-weighted choice of the concrete facade system. On condition of the complex going near planning of organizational and technological regulation of exploitation and repair of the facade system more effective use of isolating constituents of the facade system, that will result in more complete making of their resource without the decline of

efficiency of work, rational periodicity of replacement during major repairs, is forecast, and as a result are optimizations of charges of material and technical resources.

The organizational and technological indexes of processes of arranging and exploitation of the existent facade systems are certain in the second division. An analysis and grouping of measures are executed in relation to control of the facade system during the different periods of exploitation. During comparison of technological regulations of maintenance and permanent repairs of the modern facade systems the problem field of absence of objective comparison of cost and labour intensiveness of exploitation of the facade systems is certain with a review on longevity and different family technological features.

In the conditions of market economy of Ukraine and world tendency to resource saving there is conformity to law in planning of major repairs of the facade systems of housing and public building. In particular, except traditional proceeding in original appearance, heat-insulation properties and aesthetic attractiveness on the first plan will be nursed by the requirement of energyeffective modernisation of the system. Thus often enough such major repairs with replacement of the facade system are executed to the complete exhausting of resource of existent heat-insulation elements. Obviously, the additional charges of money on modernisation in future result in the considerable economy of money on heating and conditioning after her.

After the result of analysis of charges of resources on proceeding in the basic parameters of the facade systems during permanent and capital repairs certainly, that over 80% of major repairs of the facade systems of times 70x-80x of XX of century consists in arranging of new facade with warming mineral or by expanded polystyrene flags on technology «wet facade». Thus there is insignificant dependence on the area of facade in wide limits, and also in the cost of implementation of repair in a count on unit of area of facade.

At prognostication of labour intensiveness and cost of implementation of major repairs for the facade different typing systems substantial enough

divergence of concrete values is certain depending on producers. However on condition of analysis of mean values and bringing them over to the single area of facade and count it is set on 1 of exploitation, that most rational is the system of hanging facade with the ventilated air layer. Such facades require the least charges of labour as a result of distance of wet processes, and also have a minimum cost as a result of the repeated use of elements with the considerable term of exploitation. Permanent repair of «wet» facades becomes complicated by the necessity of implementation of works only for the optimal temperature and humidity mode. In addition, frequency of implementation of permanent repairs of «wet facades» results in the increase of charges of labour and complication of exploitation. Glass facades have the longest TBO period at insignificant labour intensiveness, however their high cost something limits the use in practice of building.

In the third division there was ranging of factors influencing at choice rational facade system, by the method of expert evaluation. To the group of experts in area of planning, building and exploitation of multistory building of the housing and public setting it was suggested to range factors by the evaluation of degree of influence for each of them. Thus for factors a dimension and limits of change of parameters were preliminary certain for more exact and objective perception of degree of importance of factor. Also every expert had the opportunity to add any other factor at his discretion to the general list.

The got factors of ranked are after the methods of a priori ranging of factors. Thus there was the got coefficient of concordance of $W=0,272$ and criterion of co-ordination of Pearson of $\chi^2=65,21$, that testifies co-ordination of opinions of experts inter se.

On the basis of expert evaluation of importance of factors that influence at choice rational facade system it is set :

- factors, that stipulate tenure of employment of the facade system, cost of her arranging, labour intensiveness of arranging of the facade system and duration of the TBO periods, have a most value. There is the personal interest of

participants of building process in diminishing to duration of implementation of works and increase of terms of faultless exploitation, even by the increase of cost of arranging of the facade system;

- mutually exclusive prominent factors have a less value, such as a separateness of elements of facade, translucency elements, presence of «wet» processes at implementation of works. Also experts are interested in the increase of energy efficiency of the facade system, comfort of inspection of her current status, and also possibility of washing of external layer of facade for the increase of aesthetic properties and improvement of external environments;

- factors, that provide adaptation of constructions of the facade system to the change of climatic factors, and also repeated use of separate elements of the system, have the least value.

On results a cross-correlation-regressive analysis the simulation model of kind is got $y(x) = -1105,425 + 16,045x_1 + 231,25x_3 + 20x_4 - 2687,825x_5$ at the coefficients of correlation $R_{yx_1} = 0,90$; $R_{yx_3} = 0,93$; $R_{yx_4} = -0,82$; $R_{yx_5} = 0,55$. By value to the coefficient of determination 0,96 model adequacy and her fitness are set to the further use in the calculation of the forecast cost of arranging and exploitation of the facade systems in accordance with the technical and organizational and technological parameters of building objects.

A fourth division includes for itself position in relation to introduction of results of researches in the conditions of operating project organizations Dnepr. Approbation and introduction was executed in professional activity TOV «STUDIYA 9», TOV «OMEGA ARKHITEKCHERAL BYURO» and TOV «OMEGA-SKS», that is specialized on planning of multistory building of the housing and public setting.

Introduction of organizational and technological decisions of planning of rational regulation of exploitation of the facade system provided the complex going near a choice as a facade system in accordance with the features of concrete building. Thus there was more self-weighted going near the choice of

concrete properties of materials - constituents of the facade system - for providing of effective duration of the forecast major repairs and terms of the TBO periods for the complete exhausting of properties of materials. Implementation of repair works provided as a result in a the least high-usage period of exploitation of building without attachment to the season and climatic factors, and a cost and labour intensiveness of maintenance of the facade system are provided at minimum level. The thus forecast economic effect as compared to the traditional choice of the facade system without co-ordination of duration of the TBO periods made an about 2,6 million UAH. From them the personal deposit of bread-winner is certain at the level of 640 to the thousand UAH.

Keywords: facade system, operation, overhaul, overhaul period, labour intensity, cost, ranking of factors, duration, efficiency.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Наукові праці, в яких опубліковані основні результати дисертації

1. Radkevych A.V., Netesa K.M. Aspects definition of reliability evaluation facade systems from the view point of Eurocode. *Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна*. 2015. №. 4 (58). С. 205-212. (Видання включено до міжнародної наукометричної бази *Index Copernicus*).

2. Радкевич А.В., Нетеса К.М. Проблематика современных фасадных систем многоэтажных жилых зданий. *Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури*. 2016. № 61. С. 358-364.

3. Радкевич А.В., Нетеса К.М., Ткач Т.В. Ранжування факторів, що впливають на процес вибору фасадних систем. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. 2018. № 37. С. 115-126.

4. Млодецький В.Р., Заяць Є.І., Ткач Т.В., Нетеса К.М. Аналіз технологічності виконання поточних ремонтів фасадних систем житлових та громадських будівель. *Будівельне виробництво*. 2019. №67. С. 47-49.

5. Радкевич А.В., Нетеса К.М., Ткач Т.В. Аналіз тенденцій капітальних ремонтів фасадних систем на основі публічних закупівель в системі PROZORRO. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. Серія: технічний*. 2020. № 45. С. 120-130.

6. Радкевич А.В., Нетеса К.М. Розробка алгоритму вибору раціональної фасадної системи багатоповерхових будівель. *Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту*. 2020. №. 6 (90). С. 82-96. (Видання включено до міжнародної наукометричної бази *Index Copernicus*).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

7. Радкевич А.В., Нетеса К.М. Проблемы и перспективы устройства фасадных систем на основе трехслойных каменных стен. *Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту: тези доповідей 74 Міжнар. наук.-практ. конф.*, 15-16 трав. 2014. Дніпро: ДНУЗТ, 2014. С. 300-301.

8. Netesa K. M., Radkevich A. V, Shashkina N.I. Defining aspects of façade systems reliability according to of eurocode. *Наука і техніка: перспективи XXI століття: зб. матеріалів міжвуз. наук.-практ. конф.* 1 грудня 2015 р. Дніпро: ДВНЗ «ПДАБА», 2015. С. 50-52.

9. Радкевич А.В., Нетеса К.Н. Проблематика современных фасадных систем многоэтажных жилых зданий. *Експлуатація та реконструкція будівель і споруд: зб. матеріалів міжнар. наук.-практ. конф.*, 13-15 жовт 2015 р. Одеса: ОДАБА, 2015. С. 98-99.

10. Радкевич А.В., Нетеса К.М., Зинкевич Е.И. Разработка методики сравнения организационно-технологической надежности и долговечности фасадных систем многоэтажных жилых зданий на основе

графоаналитической модели протекания жизненного цикла фасадных систем строительных объектов. *Ефективні технології в будівництві: тези доповідей Міжнар. наук.-техн. конф.*, 7-8 квіт. 2016 р. Київ: КНУБА, 2016. С. 62-63.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	20
РОЗДІЛ 1 СТАН ПРОБЛЕМИ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ УЛАШТУВАННІ ФАСАДНИХ СИСТЕМ БУДІВЕЛЬ.....	27
1.1 Організаційно-технологічні рішення улаштування фасадних систем житлових та громадських будівель	27
1.2 Аспекти надійності експлуатації фасадних систем	32
1.3 Проблема оцінки термінів експлуатації та періодичності виконання поточних ремонтів сучасних фасадних систем	40
1.4 Розробка робочої гіпотези. Формулювання мети і завдань дослідження	44
Висновки до розділу 1	46
РОЗДІЛ 2 ВИЗНАЧЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ УЛАШТУВАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ФАСАДНИХ СИСТЕМ	48
2.1 Визначення вимог технологічних регламентів утримання та поточних ремонтів сучасних фасадних систем.....	48
2.2 Визначення ефективності застосування фасадних систем при зміні експлуатаційного режиму будівлі та підвищенні енергоефективності огороджувальних конструкцій	57
2.3 Дослідження витрат ресурсів на відновлення основних параметрів фасадних систем під час поточних та капітальних ремонтів.....	61
2.4 Дослідження витрат ресурсів на капітальний ремонт фасадних систем за регламентами виробників	66
Висновки до розділу 2	84
РОЗДІЛ 3 ВИЗНАЧЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНОЇ ФАСАДНОЇ СИСТЕМИ.....	86

3.1 Дослідження впливу організаційно-технологічних чинників на параметри процесів улаштування та утримання сучасних фасадних систем	86
3.2 Визначення впливу параметрів чинників на процес вибору раціональної фасадної системи	90
3.3 Ранжування впливу організаційно-технологічних чинників на параметри процесу вибору раціональної фасадної системи	95
3.4 Розробка імітаційної моделі.....	101
Висновки по розділу 3	107
РОЗДІЛ 4 ОЦІНКА РОЗРОБЛЕНИХ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ І ОБГРУНТУВАННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	109
4.1 Основні положення перспективного «Технологічного регламенту вибору раціональної фасадної системи»	109
4.2 Конструктивно-технологічні пропозиції щодо підвищення надійності, енергоефективності та економічності довготривалої експлуатації систем зовнішньої теплоізоляції будівель	113
4.3 Результати впровадження розробок у практику проектування багатоповерхових житлових будівель	116
4.4 Розрахунок економічної ефективності прийнятих технологічних рішень.....	123
Висновки до розділу 4	125
ВИСНОВКИ.....	127
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	130
ДОДАТОК А Список публікацій здобувача за темою дисертації	149
ДОДАТОК Б Перелік об'єктів капітального ремонту фасадної системи за результатами аналізу в єдиній системі електронних публічних закупівель ПРОЗОРРО (PROZORRO).....	151
ДОДАТОК В Довідки про впровадження результатів дослідження	159

ВСТУП

Необхідність зведення об'єктів різного функціонального призначення, що вимагають індивідуальних архітектурних і конструктивних рішень, призвела до змін основних тенденцій будівельної галузі України. Збільшується архітектурна виразність і естетична привабливість нових об'єктів будівництва, зокрема за рахунок використання сучасних фасадних систем. Інноваційні рішення мінімізують витрати праці та часу на оздоблювання зовнішніх стін, забезпечують підвищені теплоізоляційні властивості, що особливо важливо з оглядом на останні світові тенденції, направлені на енергозбереження та раціоналізацію витрат енергоносіїв.

Проблемним полем залишається ефективна експлуатація таких систем з дотриманням регламентів щодо поточних і капітальних ремонтів фасадів. Для нових фасадних систем збирання об'єктивної статистики раціональної тривалості міжремонтних періодів та ефективного складу робіт при ремонтах ускладнюється значним різноманіттям комбінацій кліматичних факторів, особливостей конкретної будівлі, змінністю напрямів, потужності та характеру вітрових потоків, впливом оточуючої забудови, тощо. В умовах можливої зміни не тільки власників будівлі, а й функціонального призначення внутрішніх приміщень, і як наслідок температурно-вологісного режиму експлуатації будівлі, вкрай важливо залишати можливість швидкої зміни ізоляційних властивостей фасадної системи для задоволення необхідних потреб організацій, що експлуатують дану будівлю.

Важливим питанням залишається проблема капітальних ремонтів фасадних систем існуючих багатопверхових будівель житлового та громадського призначення. Внаслідок недосконалості проектних рішень в області огорожувальних систем, а також відмінності у стратегії енергозбереження спостерігається значна зміна вимог щодо

енергоефективності, які стосуються не тільки нових будівель, а і тих, що вже знаходяться в експлуатації. Переважна більшість фасадних систем мають значно меншу довговічність, ніж будівля в цілому, а рішення щодо комплексного капітального ремонту з розрахунком ефективності та адаптацією до конкретного об'єкту не розроблені. В умовах ринкової економіки та збільшення частоти фінансових криз різного роду більшість власників будівель обирають для реконструкції фасадні системи з мінімальною єдиночасовою витратою коштів на виконання капітального ремонту. При цьому ефективність різних фасадних систем в перерахунку на рік експлуатації не досліджується. В результаті спостерігається значна перевитрата коштів, а нераціональне проектування термінів виконання ремонтних робіт призводить до ускладнень використання внутрішніх приміщень та зменшення прибутку.

Отже, необхідне комплексне удосконалення системи експлуатації та ремонтів фасадних систем для оптимізації трудомісткості та вартості, раціонального проектування технологічних експлуатаційних регламентів, комплексного підходу до процесу вибору часу виконання капітального ремонту з оглядом на сезонність використання приміщень, локальні особливості конкретного об'єкту і його функціональне призначення. Крім того, необхідно вдосконалити сучасну систему вибору найбільш раціональної фасадної системи для нового будівництва або капітального ремонту. Нова методика має бути адаптивною та обґрунтованою, враховувати особливості будівлі в цілому та забезпечувати однозначний і об'єктивний вибір будь-яким учасником будівництва.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами. Дисертація виконувалась відповідно до Концепції сталого розвитку населених пунктів, затвердженої постановою Верховної Ради України від 24.12.1999 р. № 1359-XIV, Державної цільової соціально-економічної програми будівництва доступного житла на 2010-2017 роки, затвердженої Постановою Кабінету Міністрів України від 11.11.2009 р.

№ 1249, Державної програми забезпечення молоді житлом на 2013-2020 роки, затвердженої постановою Кабінету Міністрів України від 24.10.2012 р. № 967.

Наукові дослідження, викладені в дисертації, виконані згідно з напрямком наукової діяльності кафедри будівельного виробництва та геодезії Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, відповідно до науково-дослідної роботи «Наукове обґрунтування інноваційних технологій відновлення об'єктів транспортної інфраструктури України» (державний реєстраційний № 0119U001139, рівень участі здобувача – виконавець).

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є удосконалення і визначення раціональних організаційно-технологічних рішень влаштування фасадних систем багатоповерхових цивільних будівель.

Для досягнення мети роботи поставлені такі завдання дослідження:

- провести аналіз, узагальнення і оцінювання стану організаційно-технологічних рішень влаштування та експлуатації фасадних систем багатоповерхових будівель, визначення шляхів їх удосконалення;

- експериментально дослідити інноваційні фасадні системи, визначити найбільш ефективні з них за технологічністю, трудомісткістю та вартістю;

- виявити і дослідити чинники, що здійснюють визначальний вплив на трудомісткість та вартість влаштування і експлуатації фасадної системи;

- розробити наукові рекомендації щодо методики вибору раціональної фасадної системи багатоповерхової будівлі;

- обґрунтувати науково-технічну та економічну доцільність використання запропонованих організаційно-технологічних рішень із удосконалення процесів вибору, влаштування, експлуатації та ремонту фасадних систем багатоповерхових будівель.

Об'єкт дослідження – організаційно-технологічні процеси влаштування, експлуатації та капітальних ремонтів фасадних систем багатоповерхових будівель.

Предмет дослідження – організаційно-технологічні параметри влаштування, експлуатації та ремонтів фасадних систем багатоповерхових будівель.

Методи дослідження:

- методи системного аналізу, абстрагування, формалізація, аналіз та синтез (для формування передумов, обмежень, припущень і гіпотез, прийнятих при розробленні методів та методик);

- методи експертних оцінок, метод хронометражу (для відбору факторів, що здійснюють визначальний вплив на трудомісткість та вартість експлуатації сучасних фасадних систем багатоповерхових житлових та громадських будівель);

- методи теорії ймовірностей і математичної статистики, кореляційний та регресійний аналіз (для перевірки узгодженості думок експертів; для відбору, оброблення і аналізу вихідних даних, виявлення закономірностей впливу визначальних факторів на досліджувані показники, обґрунтування достовірності отриманих результатів);

- методи організаційно-технологічного моделювання, теорія прийняття рішень (для розробки методики вибору раціональної фасадної системи багатоповерхових житлових та громадських будівель).

Наукова новизна отриманих результатів:

вперше:

- розроблено аналітичну модель та алгоритм ранжування і оцінювання факторів, які впливають на вибір раціональної фасадної системи багатоповерхових будівель;

- визначено вплив раціонально підібраної періодичності поточних ремонтів та тривалості міжремонтних періодів на вартість та

трудомісткість процесів улаштування та експлуатації фасадних систем, у тому числі при виконанні капітального ремонту;

- виявлені залежності трудомісткості та вартості процесів експлуатації сучасних фасадних систем житлових та громадських будівель від виду фасадної системи;

вдосконалено:

- систему організаційно-технологічного моделювання процесів експлуатації сучасних фасадних систем житлових та громадських будівель із цілочисельним нормуванням окремих робіт при влаштуванні, експлуатації, виконанні періодичних та поточних ремонтів;

дістало подальший розвиток:

- технологічний процес експлуатації сучасних фасадних систем житлових та громадських будівель, зокрема процеси влаштування, експлуатації, проектування міжремонтних періодів та виконання поточних ремонтів.

Практичне значення отриманих результатів:

- запропоновані залежності трудомісткості та вартості експлуатації фасадних систем дозволяють скоротити тривалість ремонтного періоду, знизити трудомісткість технологічного процесу, підвищити якість при зменшенні вартості робіт;

- запропонована методика вибору найбільш раціональної фасадної системи для конкретної багатоповерхової будівлі надає можливість проектним та підрядним організаціям використовувати отримані результати при формуванні технологічного регламенту експлуатації фасадної системи житлових та громадських будівель;

- результати використані в навчальному процесі Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна при викладанні дисциплін: «Зведення будівель і споруд», «Організація будівельного виробництва», «Технологія будівельного виробництва» та при дипломному проектуванні.

Особистий внесок здобувача в наукових працях, опублікованих зі співавторами:

- аналізі, узагальненні і оцінюванні стану організаційно-технологічних рішень експлуатації фасадних систем, визначенні шляхів їх удосконалення, виявленні перспективних напрямків оптимізації процесу поточних ремонтів [74, 83];

- порівнянні традиційних технологій монтажу та ремонту фасадних систем, визначенні найбільш ефективних із них за технологічністю, трудомісткістю і вартістю [67, 85];

- виявленні, відбиранні та систематизації чинників, що здійснюють визначальний вплив на трудомісткість і вартість експлуатації фасадних систем багатоповерхових будівель та споруд [86];

- розробленні методики вибору раціональної фасадної системи з урахуванням особливостей конкретного проекту [87, 84];

- обґрунтуванні науково-технічної та економічної доцільності використання запропонованих організаційно-технологічних рішень з удосконалення експлуатації фасадних систем багатоповерхових громадських та житлових будівель [84].

Апробація матеріалів дисертації. Результати дисертаційної роботи доповідалися та одержали позитивні оцінки на міжнародних науково-практичних конференціях: 74-тій Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми і перспективи розвитку залізничного транспорту» (м. Дніпро, 15-16 травня 2014 р.), IV-ій міжнародній науково-технічній конференції «Ефективні технології у будівництві» (м. Київ, 27-28 березня 2016 р.), Міжнародній конференції «Експлуатація та реконструкція будівель і споруд», (м. Одеса, 21-23 вересня 2015 р.); Міжвузівській науково-практичній конференції молодих учених «Наука і техніка: перспективи XXI століття» (м. Дніпро, 1 грудня 2015 р.); розширених засіданнях кафедри будівельного виробництва та геодезії, на наукових семінарах для викладачів, співробітників, аспірантів і студентів

Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна (2014-2020 рр.).

Публікації. Основні положення і результати дисертаційної роботи опубліковані в 10 наукових працях, в тому числі у 6 статтях у наукових фахових виданнях України, з яких 2 – у виданні, включеному до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus, та 4 тезах доповідей.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та 3 додатків. Загальний обсяг роботи – 163 сторінки, у тому числі обсяг основного тексту – 110 сторінок. Дисертація містить 30 рисунків та 15 таблиць, додатки на 15 сторінках. Список використаних джерел містить 179 найменувань.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПРОБЛЕМИ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ УЛАШТУВАННІ ФАСАДНИХ СИСТЕМ БУДІВЕЛЬ

1.1 Організаційно-технологічні рішення улаштування фасадних систем житлових та громадських будівель

В сучасному будівництві на території України розповсюджені декілька типів фасадних систем. У відповідності до ДСТУ Б.В.2.6-34:2008 розрізняють наступні класи конструкцій стін:

клас А – Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатуркою (рис. 1.1);

клас Б – Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням цеглою (рис. 1.2);

клас В – Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією з вентиляльованим повітряним прошарком та опорядженням індустріальними елементами (рис. 1.3);

клас Г – Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням прозорими елементами (рис. 1.4).

При цьому фасадні системи 1 та 2 класу мають схожу будову і відрізняються лише конструкцією зовнішнього шару. Аналогічно системи 3 та 4 класів конструктивно відрізняються лише типом огорожувальних елементів. Тому будемо розглядати переваги та недоліки сумісно.

До переваг фасадних систем з опорядженням штукатуркою (цеглою) відносять:

- низьку вартість, особливо в порівнянні з системами вентиляльованих фасадів;
- надзвичайно широка кольорова гама застосованого матеріалу;

- можливість створення унікальних оздоблювальних шарів



Рисунок 1.1 – Конструкція зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатуркою

(штукатурки типу «коройд» та інш.);

- простота та доступність матеріалів, невеликі витрати при транспортуванні – для улаштування системи потрібна невелика кількість матеріалів; матеріали різних виробників сумісні між собою;

- невелика вага системи та її придатність до реконструкції (капітального ремонту) будівель.

Проте такі системи мають і низку значних недоліків:

- система має низьку стійкість до дії зовнішніх силових впливів, зокрема ударних, аварійних, вибухових та інш. (крім систем з оздобленням цеглою);

- ремонт систем даного виду ускладнений, вимагає значних витрат праці та матеріалів через неможливість вичленування тільки зношеного елемента;

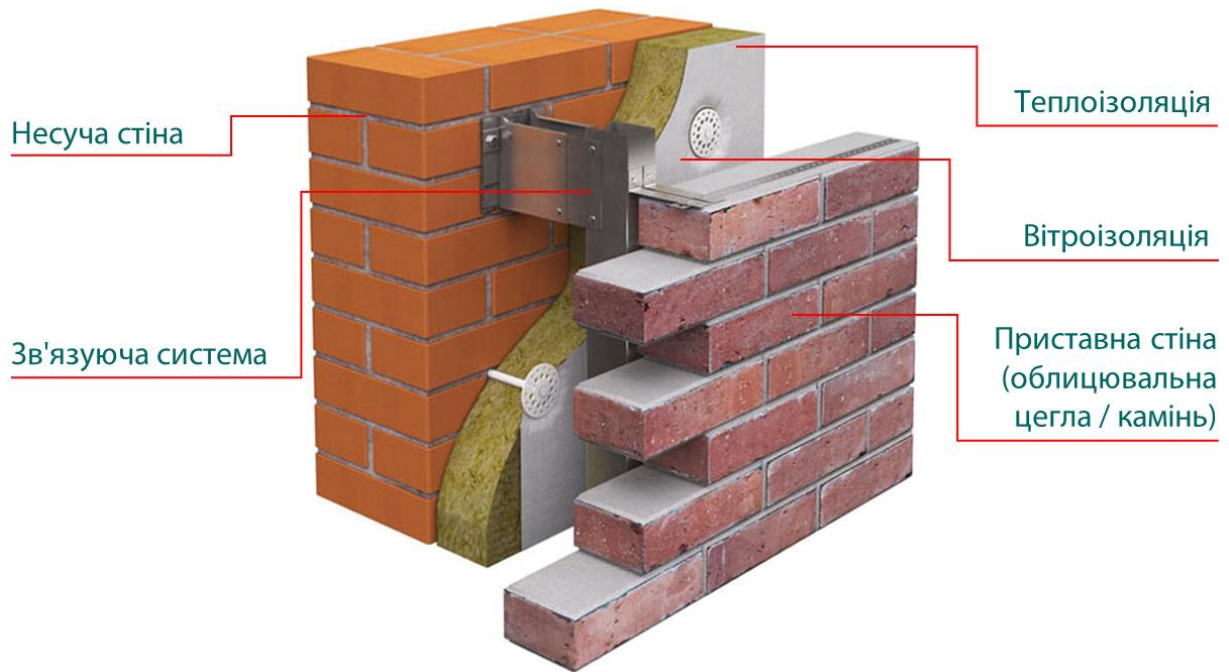
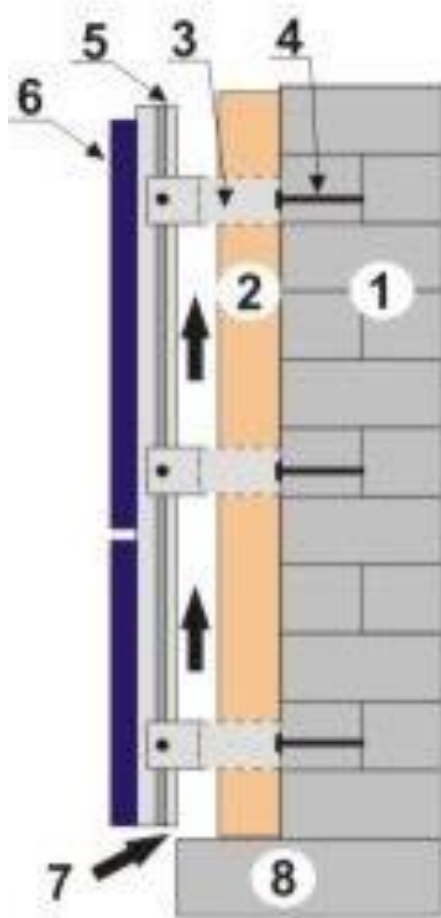


Рисунок 1.2 – Конструкція зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням цеглою

- неможливість прямої перевірки стану всіх елементів системи, окрім технологій вирізання зразків та непрямих досліджень неруйнівними методами контролю якості;
- всі роботи по зведенню системи необхідно виконувати в теплий період року через наявність мокрих процесів;
- роботи по ремонту системи вимагають більших працевитрат, ніж улаштування нової системи;
- складність улаштування проходів комунікацій крізь систему – необхідне виконання стиків, зароблення отворів та інш.;
- складність навішування елементів на фасадну систему (необхідне виготовлення спеціалізованих кронштейнів та приховування їх в конструкції системи);
- низький термін між поточними ремонтами (6-10 років).



1. стіна
2. утеплювач
3. кронштейн
4. анкерний болт
5. профіль - основа
6. касети з композитної панелі
7. повітряний потік
8. цоколь

Рисунок 1.3 – Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією з вентиляльованим повітряним прошарком та опорядженням індустріальними елементами

До переваг фасадних систем з вентиляльованим повітряним прошарком та опорядженням індустріальними елементами відносять:

- значну ефективність за рахунок використання сучасних утеплювачів, в т.ч. рулонних, та вентиляльованого прошарку;
- додаткове відведення вологи зі стіни;
- значну ремонтпридатність – у випадку необхідності пошкоджені елементи легко демонтуються та замінюються на нові;
- значну різноманітність елементів для роботи поблизу архітектурно виразних елементів, типові конструкції вузлів проходу комунікацій,

навішування елементів, тощо;

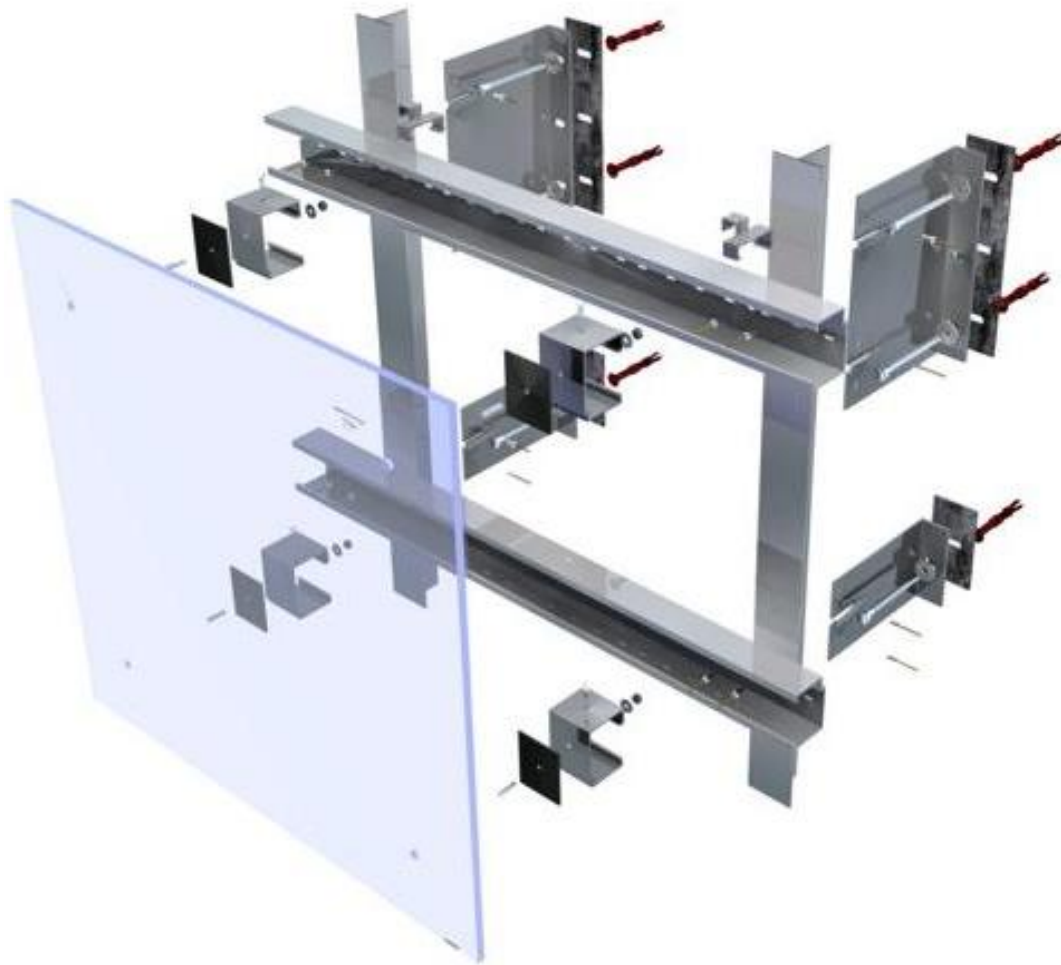


Рисунок 1.4 – Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням прозорими елементами

- можливість виконання робіт в будь-який період року через відсутність мокрих процесів;
- простий монтаж системи. Всі роботи зводяться до збирання елементів системи за схемою заводу-виробника та кріплення їх в передбаченій послідовності до несучих конструкцій стіни;
- зручність та ефективність діагностування системи – в будь-який момент можливо розібрати частину системи, проінспектувати стан будь-яких елементів, в тому числі прямими вимірами ефективності, та зібрати назад;

- значно більший строк служби – до 50 років (80 років у деяких виробників);

- низькі терміни та трудомісткість при виконанні ремонтних робіт. Основному зношуванню підлягають огорожувальні конструкції, при цьому конструкції несучого каркасу можуть залишатись в роботі навіть після заміни всіх огорожувальних елементів.

Проте такі системи мають і низку недоліків:

- більша вартість в порівнянні з системами «мокрого фасаду»;
- низька сумісність елементів різних виробників. Оскільки системи індустріальні, виробники пропонують лише комплексні рішення конструктивних систем «анкерні пристрої – несучі конструкції – утеплювач – огорожувальні елементи», і одночасне використання елементів різних виробників ускладнене;

- складність використання систем для ремонту (реконструкції) існуючих будівель, особливо значної архітектурної виразності та при наявності великої кількості дрібних виступаючих елементів на фасадах.

Таким чином, сучасні фасадні системи мають значну кількість переваг та недоліків. Тому необхідне їх ретельне вивчення для визначення найбільш ефективних для конкретних умов будівництва.

1.2 Аспекти надійності експлуатації фасадних систем

У відповідності до ДСТУ Н Б В.1. 2-13:2008, надійність – це здатність конструкції або елемента конструкції задовольняти певним вимогам на протязі всього строку служби, для якого вони були виконані. Надійність має охоплювати безпеку, експлуатаційну надійність та довговічність конструкції. А довговічність фасадної системи напряму залежить не тільки від її опору впливу зовнішніх факторів, але і від можливості швидкого виконання об'єктивних та всеохоплюючих діагностичних досліджень, а також можливості ефективного ремонту з

відновленням початкових властивостей системи в цілому.

Обстеження фасадної системи «мокрого» типу з метою виявлення оптимального часу і обсягу необхідних ремонтних робіт ускладнене внаслідок конструктивних особливостей системи [48, 43]. Без порушення цілісності лакофарбового покриття і штукатурки неможливо оцінити стан утеплювача [36, 46, 57]. Часткова заміна штукатурного або лакофарбового шару в місцях пошкоджень порушує взаємозв'язок між елементами фасадної системи. Виконати фарбування фасадної системи в момент, коли шар фарби порушений, але руйнування штукатурки ще не почалися, не завжди є можливим через складнощі діагностики даного стану фасадної системи. В результаті подальше відшарування штукатурки (рис. 1.5) в першу чергу відбувається в зволжених та запліснівілих (рис. 1.6) місцях, або ж в місцях, де виконувалося місцеве оштукатурювання пошкоджених місць [5, 7, 8]. На відміну від «мокрого» фасаду, навісна фасадна система з облицюванням керамогранітом дозволяє виконати обстеження довільної ділянки фасаду в будь-який момент часу, а при необхідності виконати демонтаж і заміну як окремих плиток і кляммерів, так і одного або декількох несучих профілів.



Рисунок 1.5 – Відшарування штукатурки «мокрого» фасаду



Рисунок 1.6 – Пліснява на поверхні штукатурки «мокрого» фасаду

З огляду на картину руйнувань і причини виникнення відмов фасадних систем різних типів [75], представляється раціональним оцінювати надійність фасадних систем по надійності того елемента або системи елементів, порушення роботи яких викликає пошкодження фасадної системи в цілому. Для «мокрих» фасадів (рис. 1.7-1.8) слід виділити такі елементи:

- поверхневий шар фарби, який найчастіше руйнується в результаті дії сонячних променів або володіє водопроникністю, що призводить до подальшого замочування штукатурки і відшаровування фарби [9, 10, 11];
- захисний шар штукатурки, недостатня товщина якого часто призводить до механічного пошкодження в результаті дії вітру або опадів.



Рисунок 1.7 – Змінання утеплювача при відшаруванні



Рисунок 1.8 – відмова внутрішніх складових «мокрих» фасадів.

Аналіз надійності анкерних з'єднань, що забезпечують кріплення

утеплювача до зовнішньої стіни будівлі, виконувати не потрібно, оскільки міцність вживаних в даний час анкерних з'єднань достатня: при дотриманні технології улаштування фасадної системи «мокрого» типу відшарування утеплювача відсутнє. Також немає необхідності в дослідженні впливу товщини штукатурного шару фасадної системи на її загальну надійність. Аналіз причин руйнування фасадних систем з штукатурним шаром різної товщини показав, що на надійність фасадної системи найбільший вплив надає не товщина штукатурки, а водонепроникність фасадної фарби.

У деяких випадках [12, 13, 14] причиною руйнування фасадної фарби була рельєфна структура штукатурки (фасад типу «короїд»). У поглибленнях поверхні такого фасаду осідає пил, а попадання в них атмосферної вологи в поєднанні з нагріванням сонячними променями створює сприятливе середовище для розвитку як бактерій, так і синьо-зелених водоростей (рис. 1.9).



Рисунок 1.9 – Забруднення «мокрого» фасаду з рельєфною штукатуркою

В результаті їх життєдіяльності шар фарби руйнується, що тягне за собою пошкодження штукатурки. Видалити з усіх заглиблень колонії мікроорганізмів і захистити рельєфну поверхню фасаду від потрапляння пилу не представляється можливим. У разі використання гладкої структури штукатурки розвиток мікроорганізмів не було помічено [15, 16, 17]. Ось чому структура поверхні не включається в параметри для визначення надійності: слід або використовувати фасадні системи з гладкою поверхнею, або проводити профілактичну фарбування не рідше, ніж кожні 4-5 років.

Навісна фасадна система руйнується лише при порушенні роботи системи несучих елементів [108, 143] (рис. 1.10).

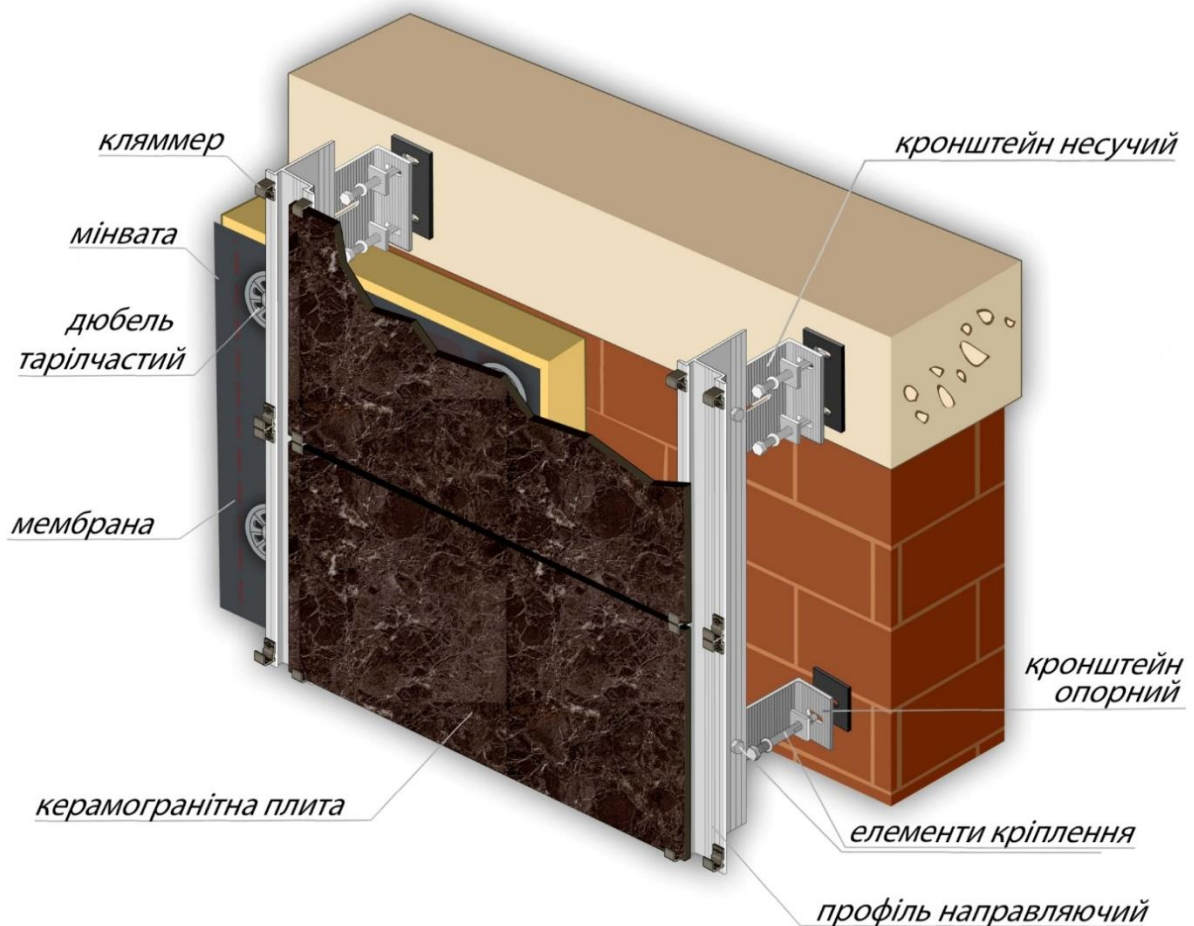


Рисунок 1.10 – Схема навісного вентиляованого фасаду. Розташування несучих кронштейнів

В цьому випадку елементи, для яких потрібно визначити надійність [64], можуть бути наступними:

- анкерне з'єднання кріплення фасадної системи з несучою стіною будівлі;
- система несучих елементів навісного фасаду (включаючи кріпильні клямери), яка пошкоджується в результаті корозійного впливу водяної пари (нерідко — з впливом кислот, присутніх в атмосфері).

В даному випадку необхідність оцінки надійності анкерних з'єднань пов'язана з тим, що облицювання плитками не є герметичним (рис. 1.11). Технологія улаштування навісного фасаду з облицюванням керамогранітом передбачає влаштування зазору між окремими плитками. В результаті при вітровому впливі на фасад система несучих профілів сприймає згинальні навантаження, а на анкерні з'єднання кріпильних елементів зі стіною будівлі передаються вибиваючі зусилля.



Рисунок 1.11 – Зазори між плитками вентилязованого фасаду

Дослідження надійності фасадної керамогранітної плитки не передбачається, оскільки сонячні промені і атмосферні дії практично не впливають на керамогранітну плитку, відповідну сучасним стандартам. Тверда поверхня плитки стійка до стирання, залишається гладкою протягом усього терміну експлуатації, що забезпечує сталість зовнішнього вигляду і відсутність можливостей для розвитку культур мікроорганізмів, на відміну від фасадних систем «морого» типу.

При експлуатації фасадних систем остеклення основна відмова пов'язана з механічним пошкодженням скляного заповнювання (рис. 1.12). Ремонт полягає в модульній заміні всього склопакету на справний. При цьому капітальний ремонт полягає в заміні склопакетів на більш енергоефективні, за потреби також відновлюється система несучих профілів та поворотно-відкидна фурнітура системи.



Рисунок 1.12 – Механічне пошкодження фасадного остеклення

1.3 Проблема оцінки термінів експлуатації та періодичності виконання поточних ремонтів сучасних фасадних систем

Під час вибору раціональної фасадної системи будівлі, що будується або реконструюється, одним з найважливіших параметрів є термін експлуатації такої системи [97, 24]. Очевидно, виробник може гарантувати термін експлуатації лише при умові дотримання регламенту виконання поточних ремонтів, своєчасного виконання діагностичних робіт та підтримання належного стану конструкцій системи. При цьому з кожним роком посилюється необхідність забезпечення максимальної енергоефективності будівель, що досягається лише поєднанням якісних матеріалів огорожувальних шарів та ефективних утеплюючих конструктивів фасадних систем [37, 38, 39, 71, 73, 75, 21, 132, 42].

В умовах широкого застосування фасадних систем сучасних типів, завдання прогнозування їх надійності в даний час не вирішене. Це робить неможливим своєчасне проведення необхідних профілактичних або ремонтних заходів [34], в результаті чого відмови фасадних систем призводять до зниження їх довговічності та ефективності. Для відновлення початкових параметрів опору теплопередачі таких фасадів необхідно проведення значних обсягів ремонтних робіт, що призводить до підвищення вартості їх експлуатації.

Дослідження досвіду будівництва і експлуатації багатоповерхових житлових будинків показало, що застосовані фасадні системи різних типів відрізняються значною конструктивною різноманітністю. З метою зниження вартості фасадної системи здійснюються різні підходи до вирішення завдання протистояння впливу зовнішніх факторів. Значна кількість елементів фасадних систем не дозволяє досить точно оцінити її надійність традиційними методами. Це пов'язано зі складністю складання розрахункової схеми роботи фасадної системи, яка враховувала б зміну властивостей матеріалів з плином часу, відхилення від проектного

положення елементів фасадів, порушення технології улаштування в процесі будівництва, а також можливі відхилення від прийнятої розрахункової схеми навантаження і впливу зовнішніх факторів на фасадну систему. При прогнозованому терміні служби 25-30 років порушення цілісності зовнішнього покриття фасадних систем «мокрого» типу виявляються через 3-5 років їх експлуатації, а в деяких випадках і через 2-3 роки. Навісні фасадні системи при прогнозованому терміні служби в 20-30 років експлуатуються по 40-50 років. Відомі дані про роботу навісних фасадних систем понад 100 років без виявлення відмов і руйнувань. При цьому робочих методик, що дозволяють достовірно оцінити надійність та ефективність фасадних систем і точно передбачити термін їх служби, вітчизняними вченими не створено.

Сучасні фасадні системи забезпечують захист будівлі від дії факторів зовнішнього середовища і дозволяють підтримувати сприятливі для експлуатації за призначенням умови. При цьому на зовнішню частину фасадної системи впливає найбільша кількість руйнуючих факторів, таких, як:

- дія опадів (дощ, сніг, туман), нерідко — з домішками кислот, що викликають швидке руйнування покриттів;

- вітровий тиск, що викликає відхилення елементів фасаду від проектного положення;

- перепади температур, які в поєднанні з замочуванням фасадної системи призводять до руйнування конструкції стін і порушення режиму експлуатації будівлі;

- вплив сонячного випромінювання, яке викликає локальне нерівномірне нагрівання елементів фасаду і може привести до зміни властивостей лакофарбових покриттів і прискорити їх руйнування.

Для забезпечення нормальної експлуатації будівлі протягом розрахункового періоду фасадна система повинна мати високу довговічність, ремонтпридатність, безвідмовність і збереженість, мати

невисоку вартість і значну технологічність монтажу. Це призведе до зниження матеріальних витрат на виконання ремонтних робіт по відновленню фасаду і дозволить знизити вартість експлуатації будівлі. Виконання вимог архітектурної виразності фасадної системи дозволить знизити імовірність морального старіння будівлі. Вибір фасадної системи, що задовольняє всім перерахованим вище умовам, можливий методом порівняння надійності фасадних систем різних типів, що дозволить спрогнозувати термін служби, а також вартість і періодичність необхідних ремонтних робіт по відновленню фасадних систем.

З 1 липня 2014 року в Україні введено в дію Єврокоди, діючі одночасно з національними нормативними документами. ДСТУ Н Б В.1. 2-13: 2008 «Основи проектування конструкцій», відповідний EN 1990: 2002, враховує досвід будівництва та експлуатації житлових і громадських будівель в країнах Європи, де фасадні системи «мокрого» типу і навісні фасадні системи з'явилися значно раніше, ніж в Україні. Це дозволило перевірити на практиці результати оцінки надійності і довговічності будівельних конструкцій в цілому і фасадних систем зокрема.

Проведені обстеження фасадних систем показали, що при заявленому терміні служби в 25-30 років «мокрі» фасади вимагають профілактичного ремонту вже через 5-7 років експлуатації. У цьому віці спостерігаються руйнування або відшарування поверхневого шару штукатурки, а також спучування фарби. Фарбування фасаду дозволяє продовжити експлуатацію на наступні 5-7 років, а у віці 14-18 років необхідно виконати роботи по відновленню штукатурного шару. Необхідність проведення ремонтних робіт пов'язана з тим, що шар фарби швидко руйнується від впливу сонячних променів, після чого шар штукатурки насичується водою під час опадів. При подальших режимах заморожування-відтаювання вода, що потрапила в пори штукатурки, руйнує її, причому з кожним циклом глибина проникнення вологи в штукатурку і загальна площа пошкодженого фасаду збільшується.

Навісні вентилявані фасади з облицюванням штучними плитками мають іншу картину руйнування. При заявленому терміні служби в 25-50 років реальна довговічність таких фасадних систем наближається до розрахункової, а необхідність ремонтних робіт виникає тільки в локальних місцях, найчастіше — в результаті механічного пошкодження облицювальної плитки. Облицювальна керамогранітна плитка виробляється при високому тиску ($4-5 \text{ кН/см}^2$) і при температурі $1200-1300^\circ\text{C}$. В результаті щільна структура плитки має низьке водопоглинання — не вище $0,1\%$. Під час опадів вода, стікаючи по керамограниту, не проникає в його структуру, і наступні коливання температури при переході точки замерзання не можуть викликати руйнування поверхневого шару плитки. Це дає можливість застосовувати плитку товщиною 8-16 мм, уникаючи надмірної ваги фасаду. Руйнування такої фасадної системи (за умови відсутності порушень технології виконання робіт на стадії проектування і монтажу, а також при дотриманні правил експлуатації) відбуваються в результаті корозії несучих профілів. Під час проведення обстежень фасадної системи з облицюванням керамогранітом у віці 7 років були виявлені пошкодження керамогранітних плиток тільки на рівні цокольного поверху в результаті ударів, а на оцинкованих несучих профілях з'явилися білі плями, що свідчать про початкову стадію корозії цинкового покриття. Дія опадів і сонячного випромінювання ніяк не вплинула на керамогранітні плитки — пошкоджень структури вище цокольного поверху не було виявлено.

Визначення організаційно-технологічної надійності фасадних систем, досвід проектування і експлуатації цивільних будівель, який був врахований при створенні Єврокодів, дозволяє всебічно визначити надійність фасадних систем різних типів. Шляхом досліджування моделі впливу чинників, що викликають відмови фасадів, і визначення їх впливу на загальну надійність фасадної системи можливо визначити точні терміни проведення необхідних ремонтних або відновлювальних робіт, та

відповідно знизити витрати на експлуатацію будівель. При цьому визначення надійності фасадних систем виявить параметри застосовуваних для улаштування фасадів матеріалів, які першими руйнуються від впливу зовнішніх чинників. Це дозволить при подальшому розвитку технологій улаштування фасадних систем удосконалити застосовані будівельні матеріали і підвищити безремонтний період експлуатації фасадних систем.

1.4 Розробка робочої гіпотези. Формулювання мети і завдань дослідження

Постановку проблеми і завдань досліджень значною мірою полегшили широко відомі роботи в області технології, організації і механізації будівельного виробництва праці відомих учених, а саме: Г. Г. Фаренюка [119, 121, 122], О. В. Александрова [6], П. В. Монастир'єва [52, 70], С. В. Алехіна [8, 9, 10, 11, 12], В. Г. Сохи [102, 103], О. І. Менейлюка [64, 65, 99], В. В. Савйовського [94, 93], О. М. Лівінського [66**Ошибка! Источник ссылки не найден.**], В. Т. Шаленного [129, 134, 139, 141], А. О. Скокової [138, 142, 60, 110, 140, 130, 131, 28, 133, 126, 127], М. В. Друкованого [68], К. Б. Дікарева [139], М. Н. Джалалова [93], Є. К. Карапузова [62, 61].

Удосконалення процесів експлуатації фасадних систем та збільшення ефективності їх експлуатації полягає в зменшенні працевитрат, витрат енергії і матеріалів під час улаштування та експлуатації [100, 42, 118, 114, 115, 116, 59]. При цьому необхідно збільшувати ефективність використання матеріалів та виробів, а тривалість міжремонтних періодів має бути максимальною. Продукція повинна відповідати проекту, нормативним документам і стандартам.

Проблемами оптимізації при прогнозуванні параметрів організаційно-технологічних рішень займалися ряд учених. Серед подібних робіт — праці Ю. П. Адлера, В. А. Вознесенського,

В. В. Налимова та інших [2, 3, 4, 23, 25, 27]. У них авторами розглядалися питання, пов'язані з ухваленням неформалізованих рішень при виборі параметрів оптимізації чинників і при аналізі результатів. У роботах Д. Хартмана, Ф. Лиона і Н. Джонсона [45, 53, 54, 69, 77] викладені стандартні статистичні методи і прийоми, які широко використовуються при виконанні експериментальних робіт, пов'язаних з побудовою математичних моделей різного виду, а також експериментальної оптимізації.

З аналізу літературних джерел [44, 47, 66, 131, 28, 133] виходить, що важливим завданням на сьогодні є підвищення ефективності улаштування та експлуатації фасадних систем шляхом порівняння різних систем відносно тривалості міжремонтних періодів та термінів виконання обслуговуючих робіт. Крім того, відсутні економічно обгрунтовані методи врахування таких важливих чинників, як можливість підвищення енергоефективності шляхом заміни зношених матеріалів при максимальному збереженні інших складових фасадної системи.

Необхідно удосконалювати процес вибору ефективної фасадної системи, зробивши можливим об'єктивне та всебічне порівняння факторів [22]. При цьому отримана методика має бути максимально ефективною, адаптивною до будь-яких типів будівель, видів фасадних систем, різноманіття проектів, тощо. Важливою є можливість застосування не тільки для нового будівництва, але і для реконструкції та капітальних ремонтів будівель і споруд [18, 51, 92, 96, 110, 130, 20, 72, 128, 112, 137].

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити ряд наступних завдань:

- аналіз, узагальнення і оцінка стану організаційно-технологічних рішень улаштування сучасних фасадних систем, визначення шляхів їх удосконалення;

- визначення і ранжування чинників, що здійснюють визначальний вплив на трудомісткість та терміни улаштування фасадних систем, а також на вартість, надійність, тривалість та ефективність їх експлуатації;

- створення ефективної методики оцінки технологічних регламентів експлуатації сучасних фасадних систем з аналізом за факторами тривалості міжремонтних періодів, термінів та вартості поточних ремонтів, а також

- розробка методики вибору раціональної фасадної системи житлових та громадських будівель, адаптивної до різноманітних об'єктів, з урахуванням особливостей конкретних проектів, умов будівництва та подальшої експлуатації, можливої зміни функціонального призначення будівлі, тощо;

- обґрунтування науково-технічної і економічної доцільності використання запропонованих організаційно-технологічних рішень із удосконалення влаштування та експлуатації фасадних систем багатоповерхових будівель.

Висновки до розділу 1

1. На підставі аналізу основних тенденцій розвитку будівництва у світовій практиці і в Україні найбільш поширеними фасадними системами слід вважати системи з зовнішнім утепленням та опорядженням штукатуркою, облицювальною цеглою, а також системи з повітряним прошарком та облицюванням панелями різних конструкцій. Однією з основних проблем, що можуть призводити до зниження енергоефективності та підвищення витрат коштів, є зменшення ефективності фасадної системи внаслідок недосконалої процедури оцінки тривалості служби та поточного стану складових системи.

2. Існує необхідність проведення досліджень в проблемному полі організаційно-технологічних рішень процесів утримання, обстеження та поточних ремонтів фасадних систем.

3. За результатами аналізу існуючих фасадних систем визначені переваги і недоліки кожної з них. Необхідно визначити раціональні фасадні системи серед існуючих та адаптувати до них просту та ефективну методику ефективно оцінки тривалості та періодичності поточних та капітальних ремонтів.

4. На сьогодні відсутнє наукове обґрунтування вибору раціональної фасадної системи для конкретних умов будівництва, певного об'єкту, а також з урахуванням можливої зміни призначення будівлі або споруди. При цьому має враховуватись наявність додаткових факторів, наприклад, необхідність зміни утеплювача зі збереженням та повторним використанням складових існуючої системи при капітальному ремонті.

5. Основні наукові результати опубліковані в працях автора [74, 83].

РОЗДІЛ 2

ВИЗНАЧЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ УЛАШТУВАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ФАСАДНИХ СИСТЕМ

2.1 Визначення вимог технологічних регламентів утримання та поточних ремонтів сучасних фасадних систем

В сучасному будівництві улаштування та експлуатація фасадних систем регламентується значною кількістю нормативних документів [41, 42, 157, 158, 159, 160, 161, 162]. При цьому заходи щодо улаштування та експлуатації фасадних систем можна умовно поділити на три групи:

1. Вхідний контроль матеріалів. Контролюється відповідність матеріалів та виробів чинним стандартам та проекту. При цьому особлива увага приділяється контролю цілого ряду технологічних та фізичних властивостей матеріалів. Перевірка виконується на будівельному майданчику – при приймальному контролі, шляхом співставлення сертифікатів, марок, класів матеріалів проекту – та в спеціалізованих лабораторіях – шляхом відбору зразків (проб) та їх контролю в спеціалізованих умовах та на відповідному обладнанні, в тому числі і руйнівними методами. При цьому в залежності від призначення конкретного виробу можуть контролюватись різні параметри.

2. Поточний контроль якості під час виконання будівельно-монтажних (опоряджувальних) робіт. Виконується безпосередньо на будівельному майданчику під час улаштування фасадних систем. Ретельно контролюється послідовність та якість виконання робочих операцій на відповідність проекту, вимогам чинних нормативних документів, а також технологічним регламентам виробників відповідної фасадної системи. По завершенню робіт на ділянці (захватці) складаються акти на закриття

прихованих робіт та акти приймання відповідальних конструкцій згідно відповідних додатків ДБН А.3.1-5:2016. Акти підписують представники організації замовника, проектувальника та підрядника, і ними підтверджується повна відповідність виконаної фасадної системи проекту.

3. Періодичний контроль під час експлуатації фасадної системи. Згідно нормативних документів [50, 42] є обов'язковим, та виконується протягом всього гарантійного часу експлуатації фасадної системи. Періодичність приймається згідно відповідних регламентів, роботу виконують представники організації-постачальника матеріалів. Крім того, планові обстеження технічного стану несучого каркасу фасадної системи виконує власник будівлі, за потреби залучаючи сторонні організації, не рідше ніж раз на 4 роки [42].

Проте існуюча методика має значну кількість недоліків. Так, для теплоізоляційних матеріалів перевіряються термін ефективної експлуатації матеріалу теплоізоляційного шару, який має складати не менше 25 умовних років. Проте навіть за умови якісного матеріалу певні силові та несилові впливи під час монтажу та подальшої експлуатації фасадної системи можуть призвести до значного скорочення як часу експлуатації утеплювача, так і його фізичних властивостей. При цьому в чинних нормативних документах відсутня вимога щодо перевірки кожної складової фасадної системи – несучих елементів, ізоляційних матеріалів та виробів, в т.ч. утеплювача, огорожувальних елементів – під час експлуатації [91, 89, 90, 138, 142, 60].

Наступним важливим недоліком є значна відмінність гарантійного терміну експлуатації та середнього терміну експлуатації. Наприклад, згідно діючих нормативних документів [42], гарантійний термін експлуатації фасадної системи з вентиляваним прошарком та опорядженням індустріальними елементами складає 5,5 років. При цьому середній термін експлуатації такої системи заявлений як 50 років із дня введення збірної системи в експлуатацію. А термін ефективної

експлуатації матеріалу теплоізоляції заявлений не менше 25 років. Проте відсутні вимоги щодо періодичності перевірки поточного стану утеплювача, виміру його реальної теплоізоляції, обчислення енергоефективності та настання умов для заміни утеплювача до закінчення терміну експлуатації фасадної системи. Очевидно, така недосконалість сучасних нормативних документів призводить до зниження загальної енергоефективності будівель та споруд, збільшення витрат енергоносіїв на утримання та експлуатацію житлових та громадських об'єктів. Тому необхідне комплексне удосконалення системи експлуатації фасадів будівель і споруд, з розробкою ефективної методики оцінки стану кожної складової на будь-якому етапі експлуатації та визначення конкретних умов, при настанні яких слід вживати заходи до ремонту та/або заміни не тільки з метою забезпечення несучої спроможності, але і заради збереження та підвищення енергоефективності будівель.

У зв'язку з ринковими стосунками в будівельній галузі, проблеми ресурсозбереження переносяться безпосередньо на підприємства, ефективність роботи яких визначається економічною доцільністю [140, 126, 127, 80, 111, 113, 117, 120, 125, 135, 59, 105]. При цьому часто зустрічається ситуація зміни власника об'єкту протягом його експлуатації. В результаті поточний власник не має можливості впливати на вибір фасадної системи, і отримує складнощі з енергоефективною її експлуатацією.

Для визначення основних проблем під час утримання та поточних ремонтів сучасних фасадних систем був виконаний аналіз технологічних регламентів сучасних виробників комплексних фасадних систем. Особлива увага приділялась процесам улаштування, експлуатації, діагностики, поточних та капітальних ремонтів. Результати аналізу зведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Аналіз технологічних регламентів сучасних виробників фасадних систем.

№	Процес	Операція	Хто виконує	Що контролювати	Коли виконувати
1	2	3	4	5	6
Фасадна система з утеплювачем та опорядженням штукатуркою					
1	Підготовка	Вхідний контроль	Виконроб	Відповідність матеріалів та виробів проекту.	Перед початком улаштування
2	Улаштування	Поточний контроль	Виконроб, майстер	Правильність та послідовність виконання операцій по улаштуванню системи. Контроль температури, вітру, наявності опадів. Контроль вологості матеріалів. Дотримання міцності та вологості клейких сумішей та опоряджувальної штукатурки.	Під час улаштування фасадної системи
3	Улаштування	Приймальний контроль	Представники проектувальника, підрядника, замовника	Відповідність виконаної фасадної системи проекту. Відсутність дефектів, наявність повної комплектності системи. Перевірка підтверджувальних документів якості матеріалів та правильності операцій по улаштуванню системи.	Після закінчення улаштування перед здачею в експлуатацію
4	Експлуатація	Періодична діагностика	Організація, на балансі якої знаходиться будівля	Відповідність зовнішнього вигляду, стану поверхні проекту. Відсутність пошкоджень, тріщин, випучування та інш.	Протягом усього часу експлуатації

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6
5	Поточний ремонт	Поточний ремонт	Спеціалізована організація за запрошенням експлуатуючої організації	Вичленування, вирізання пошкоджених ділянок фасадної системи на всю площу пошкоджень із захопленням неушкодженої ділянки. Пошарове відновлення елементів фасадної системи	Протягом кожного поточного ремонту (за рекомендаціями виробників кожні 5 років)
6	Капітальний ремонт	Капітальний ремонт	Установа, на балансі якої знаходиться будівля	Демонтаж оздоблювальних шарів та утеплювача. Повна заміна утеплювача. Улаштування нових оздоблювальних шарів та зовнішньої ізоляції	Протягом кожного капітального ремонту (за рекомендаціями виробників не більше 15-25 років)
Фасадна система з вентиляльованим прошарком та облицюванням плитками зі штучного каменю (керамограніт)					
7	Підготовка	Вхідний контроль	Виконроб	Відповідність матеріалів та виробів проекту.	Перед початком улаштування
8	Улаштування	Поточний контроль	Виконроб, майстер	Правильність та послідовність виконання операцій по улаштуванню системи.	Під час улаштування фасадної системи

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6
9	Улаштування	Приймальний контроль	Представники проектувальника, підрядника, замовника	Відповідність виконаної фасадної системи проекту. Відсутність дефектів, наявність повної комплектності системи. Перевірка підтверджувальних документів якості матеріалів та правильності операцій по улаштуванню системи.	Після закінчення улаштування перед здачею в експлуатацію
10	Експлуатація	Періодична діагностика	Організація, що експлуатує будівлю, та спеціалізована організація	Відповідність зовнішнього вигляду, стану поверхні проекту. Відсутність пошкоджень, тріщин, випучування, розривів та інш. Періодичне миття поверхні фасадної системи мийкою під тиском.	Протягом усього часу експлуатації
11	Поточний ремонт	Поточний ремонт	Спеціалізована організація за запрошенням експлуатуючої організації	Демонтаж та заміна пошкоджених елементів. За потреби – відновлення кріплень, несучої системи, тощо.	Протягом поточного ремонту (за рекомендаціями виробників кожні 10-15 років)
12	Капітальний ремонт	Капітальний ремонт	Спеціалізована організація за запрошенням експлуатуючої організації	Демонтаж (розбирання) оздоблювальних шарів, несучої системи, пароізоляційної та вітроізоляційної мембран, утеплювача. Повна заміна утеплювача та мембран. Улаштування мембран. Монтаж оздоблювального шару з несучою системою, за умови відсутності пошкоджень – з раніше демонтованих.	Протягом кожного капітального ремонту (за рекомендаціями виробників не більше 25-50 років)

Закінчення таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6
Скляний фасад					
13	Підготовка	Вхідний контроль	Виконроб	Відповідність матеріалів та виробів проекту.	Перед початком улаштування
14	Улаштування	Поточний контроль	Виконроб, майстер	Правильність та послідовність виконання операцій по улаштуванню системи.	Під час улаштування фасадної системи
15	Улаштування	Приймальний контроль	Представники проектувальника, підрядника, замовника	Відповідність виконаної фасадної системи проекту. Відсутність дефектів, наявність повної комплектності системи. Перевірка підтверджувальних документів якості матеріалів та правильності операцій по улаштуванню системи.	Після закінчення улаштування перед здачею в експлуатацію
16	Експлуатація	Періодична діагностика	Організація, що експлуатує будівлю, та спеціалізована організація	Відповідність зовнішнього вигляду, стану поверхні проекту. Періодична перевірка енергоефективності фасадної системи. Відсутність пошкоджень, тріщин. Періодичне миття поверхні фасадної системи мийкою під тиском.	Протягом усього часу експлуатації
17	Капітальний ремонт	Капітальний ремонт	Спеціалізована організація за запрошенням експлуатуючої організації	Капітальна заміна елементів фасадної системи за умови виходу з ладу (кріплень, герметизуючих елементів, тощо). Заміна елементів остеклення на більш енергоефективні за необхідності.	Протягом капітального ремонту (за рекомендацією виробника термін служби сягає 50-80 років

Загалом технологічні регламенти для різних типів фасадних систем схожі. Проте існують і ключові відмінності, які необхідно детально проаналізувати і обов'язково враховувати:

1. При улаштуванні фасадної системи типу «мокрый фасад» ключовою особливістю є необхідність контролю та чіткого дотримання кліматичних чинників – температури, вологості, тощо – через наявність мокрих процесів. При цьому в холодну пору року роботи з улаштування даних фасадів виконувати неможливо. Обидві інші системи передбачають монтаж в будь-який період року;

2. Під час перевірки такої фасадної системи (приймальний контроль) комісійно можливо лише проконтролювати попередні етапи, оцінити стан фасадної системи зовні та якість використаних матеріалів шляхом аналізу сертифікатів. Проте дослідити правильність виконання усього комплексу робіт неруйнівними методами вкрай важко. Будь-яке вирізання елемента фасадної системи для візуального дослідження призводить до витратного за часом послідуєчого ремонту. В цей самий час для вентиляованого фасаду з облицюванням керамогранітом можливе легке зняття будь-якої плитки оздоблення для контролю всіх внутрішніх елементів системи, та швидкий (протягом кількох десятків секунд) монтаж назад без зниження експлуатаційних якостей. Також можна виконати інструментальний контроль практично кожного з елементів фасадної системи, порівняти їх властивості з параметрами виробника та в результаті отримати більш об'єктивний та всеохоплюючий контроль якості значної достовірності. Скляний фасад аналогічно контролюється інструментальними методами та візуально завдяки прозорості основних огорожуючих елементів;

3. Під час експлуатації «мокрих фасадів» серед методів діагностики доступні тільки визначення енергоефективності системи загалом та непрямий аналіз стану внутрішніх шарів за ознаками зовнішнього. Проте вкрай важко оцінити, наприклад, наявність води в конструкції стіни, ефективність утеплювача або появу грибка без руйнування зовнішнього

шару стіни та послідуєчого ремонту. На відміну від цього, скляні та вентилявані фасади навіть під час експлуатації підлягають зручному, ефективному та об'єктивному контролю з визначенням потрібних властивостей та ступеню зношеності;

4. При експлуатації «мокрих» фасадів їх миття ускладнене через невисоку міцність та твердість зовнішнього штукатурного шару. Водночас при наявності декоративних нерівностей на поверхні штукатурного шару прискорюється накопичування пилу, послідуєчий розвиток мікроорганізмів та грибків, забруднення фасадної системи та прискорення її зношення. Водночас при експлуатації вентиляваних і скляних фасадів передбачається періодичне миття сучасними ефективними засобами. Як наслідок, підвищуються естетичні властивості продуктів та ефективність експлуатації;

5. При пошкодженні під час експлуатації ділянки «мокрих фасадів» процедура ремонту передбачає обов'язкове руйнування навколишньої ділянки фасаду. При цьому розмір ділянки ремонту може перевищувати розмір пошкодження на 20-50-70%, в залежності від конфігурації, причин та механізму ушкодження. Причому за зовнішнім виглядом пошкодження важко визначити, які елементи вийшли з ладу. Тому ступінь пошкоджень переважно встановлюється безпосередньо під час виконання ремонтних робіт. На відміну від даних систем, вже на етапі зовнішнього огляду вентиляваного або скляного фасаду можливо з високою достовірністю встановити об'єми ушкоджень, а заміна окремих елементів не потребує роботи над сусідніми. Крім того, найбільш підвержені пошкодженню зовнішні огорожувальні або оздоблювальні елементи мають високу міцність, а за рахунок модульності замінюються швидко та ефективно. Як наслідок, поточний ремонт окремих елементів може займати кілька хвилин та не ускладнювати процес експлуатації об'єкту.

6. Під час капітального ремонту мокрого фасаду підлягають утилізації практично всі елементи. Це призводить до збільшення вартості

капітального ремонту, часто він перевищує навіть вартість улаштування нової фасадної системи такого типу. Витрати часу та праці також значні. Натомість капітальний ремонт вентилязованих фасадів передбачає демонтаж оздоблювальних елементів та несучої системи з заміною утеплювача та ізоляційних мембран, а далі – повторний монтаж вже бувшої в експлуатації несучої системи та оздоблення. При цьому значно скорочується витрата матеріалів та підвищується ефективність виконання робіт. Для скляних же фасадів навіть при капітальному ремонті часто основна несуча система залишається без змін, а замінюється тільки склопластиковий пакет. Оскільки виробники передбачають термін експлуатації системи до 70-100 років, сучасні енергоефективні рішення склопластикових елементів можуть бути повністю сумісними з попередніми каркасними системами. В результаті підвищується доцільність капітального ремонту та енергоефективність експлуатації таких фасадних систем.

2.2 Визначення ефективності застосування фасадних систем при зміні експлуатаційного режиму будівлі та підвищенні енергоефективності огорожувальних конструкцій

Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» в статті 1 визначає енергетичну ефективність як властивість будівлі, що характеризується кількістю енергії, необхідної для створення належних умов проживання та/або життєдіяльності людей у такій будівлі. При цьому відповідно до затвердженої «Методики визначення енергетичної ефективності будівель» кількісною характеристикою вказується показник енергетичної ефективності - числове значення енергетичної характеристики будівлі, яке використовується для ранжування енергетичної ефективності, вимог до енергетичної ефективності та/або для сертифіката.

Показниками енергетичної ефективності для будівель є:

- питома енергопотреба на опалення, кондиціонування, постачання гарячої води;
- питоме енергоспоживання при опаленні;
- питоме енергоспоживання при кондиціонуванні;
- питоме енергоспоживання при постачанні гарячої води;
- питоме енергоспоживання систем вентиляції;
- питоме енергоспоживання при освітленні;
- питоме енергоспоживання первинної енергії;
- питоме енергоспоживання викидів парникових газів.

Очевидно, що зменшення кожного з цих показників призводить до покращення енергоефективності будівлі в цілому та заощадження витрат енергоносіїв. Тому надважливою задачею є моніторинг енергоефективності будівлі та пошук шляхів її покращення. Раціональним рішенням є скорочення витрат енергії шляхом підвищення ізоляційних властивостей фасадної системи.

В умовах ринкової економіки України та світової тенденції до ресурсозбереження спостерігається закономірність в проектуванні капітальних ремонтів фасадних систем житлових та громадських будівель. Зокрема, крім традиційних відновлення зовнішнього виду, теплоізоляційних властивостей та естетичної привабливості на перший план виходить вимога енергоефективної модернізації системи [56, 88, 89]. При цьому досить часто такий капітальний ремонт із заміною фасадної системи виконується до повного вичерпання ресурсу існуючих теплоізоляційних елементів. Очевидно, додаткові витрати коштів на модернізацію в подальшому призводять до значного заощаджування коштів на опалення та кондиціонування після неї.

Проте за необхідності повної заміни фасадної системи виникають певні ускладнення. Загалом їх можна розділити на декілька груп:

1. Конструкційні. Зміна конструкції фасадної системи призводить до

зміни системи навантажень на будівлю. Причини можуть бути різні: зміна навантаження від системи, зміна характеру прикладання навантаження (поява ексцентриситетів, зміна виду навантаження – від рівномірно розподіленого до прикладеного в окремих точках, тощо);

2. Технологічні. По зовнішній стороні фасаду прокладаються елементи деяких інженерних систем, навішується обладнання та устаткування. Це можуть бути елементи мереж газопостачання, кондиціонування, вентиляції, тощо. Очевидно, при зміні типу фасадної системи, особливо за умови збільшення товщини фасаду, доведеться вживати додаткових заходів щодо зміни типу кріплень, закривання елементів мереж, тощо. Додатково слід врахувати типи фасадних систем, які не передбачають прокладання комунікацій в середині (системи зі світлопрозорих конструкцій);

3. Архітектурно-естетичні. Для більшості будівель житлового фонду, а також громадських будівель часів радянського союзу характерне облицювання керамічною плиткою, або ж штукатурка з фарбуванням по цеглі чи бетону. При заміні даної фасадної системи на сучасні очікується зміна зовнішнього виду будівлі, як наслідок – і архітектурної сприятливості об'єкту;

4. Фінансово-економічні. Повна заміна фасадної системи в переважній більшості випадків буде більш витратною відносно матеріалів, працевитрат, економічної доцільності. Економічний ефект від заощадження енергоносіїв при подальшій експлуатації буде розтягнутий протягом тривалого часу. В умовах негативних світових економічних тенденцій, а також при зниженні ефективності використання внутрішнього простору будівлі необхідно всебічно розглядати доцільність заміни системи з урахуванням всіх фінансових спроможностей утримувача будівлі.

5. Часові. Заміна фасадної системи – досить тривалий в часі процес, який пов'язаний з обмеженням доступу до будівлі та/або ускладненням її

експлуатації. Частково це може знижувати ефективність використання внутрішніх приміщень, викликаючи окрім візуально-психологічного впливу на людей та зниження економічної прибутковості від експлуатації будівлі під час ремонтних робіт. Для деяких фасадних систем характерна наявність так званих мокрих процесів під час виконання робіт. Як наслідок, їх можна виконувати тільки в теплий період року, що означає для більшості будівель обмеження експлуатації саме в найбільш навантажений та економічно доцільний період. В результаті утворюється додаткове фінансове навантаження на експлуатуючі організації, які опосередковано впливають на вартість улаштування нової фасадної системи.

Всі ці ускладнення мають ключове значення при заміні фасадної системи на нову. Вони можуть наставати всі разом, або окремо, проте результат завжди один – додаткові навантаження, в тому числі і фінансові, на організації, що експлуатують будівлю. Проте при капітальному ремонті шляхом тільки регламентної заміни елементів, які виходять з ладу в процесі експлуатації, частина параметрів зникне, а залишкові можуть мати значно менше значення. Крім того, за раціонального вибору фасадної системи з урахуванням особливостей процесів капітального ремонту можливе винесення цих робіт в часі на період найменшого навантаження будівлі експлуатаційними чинниками, в період найменшої ефективності для використання. Таким чином в найбільш інтенсивний час використання ефективність не буде зменшуватись.

Наступна ситуація, яку вкрай важливо враховувати при виборі та подальшій експлуатації фасадної системи – можлива зміна призначення будівлі, а відповідно і експлуатаційного режиму. Згідно термінології розділу 3 ДБН В.1.2-14:2018 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів», довговічність - властивість об'єкта зберігати працездатний стан до настання граничного стану в умовах наявного технічного обслуговування та ремонту. Розрахунковий термін експлуатації визначається проектною організацією, виходячи з вимог, що містяться у

завданні на проектування. Проте за відсутності таких вимог можливе використання таблиці 2 ДБН В.1.2-14:2018, згідно якої орієнтовний строк експлуатації для житлових та громадських будівель встановлюється 100 років. Очевидно, протягом настільки тривалого часу, особливо для громадських будівель, можлива багаторазова зміна власників будівлі, організацій що використовують корисну площу, тощо. Причому ці зміни можуть бути і кардинальними, зі зміною навіть призначення будівлі та експлуатаційного режиму будівлі. Тому фасадна система обов'язково має підбиратись з урахуванням такої можливості, бути гнучкою в розділі вибору режиму поточних ремонтів та часу виконання робіт.

2.3. Дослідження витрат ресурсів на відновлення основних параметрів фасадних систем під час поточних та капітальних ремонтів

Серед ресурсів при виконанні будівельних робіт визначають витрати матеріалів, енергоносіїв, витрати праці та часу. Очевидно, що для різних типів фасадних систем при капітальному ремонті спостерігається різний набір та порядок виконання робочих операцій. Відповідно і витрати ресурсів будуть різними. Процес порівняння ускладнюється додатковими супровідними роботами, перелік яких також відрізняється для різних фасадних систем. Тому включати їх до порівняння тривалості, вартості та трудомісткості нераціонально. Серед факторів, виключених з порівняння, слід відмітити також витрати коштів через зниження ефективності використання приміщень будівель під час капітального ремонту.

Порівняння будемо виконувати шляхом співставлення та аналізу витрат ресурсів для капітальних ремонтів основних типів фасадних систем – «мокрих фасадів», навісних фасадів з вентиляльованим прошарком та оздобленням керамогранітними плитками, а також скляних фасадів. Необхідно фіксувати для порівняння витрати праці, вартість фасадних систем на одиницю площі готового фасаду. З метою спрощення

розрахунку та об'єктивного співставлення порівняння виконується для прямолінійних ділянок стін громадських та житлових будівель поверховістю 10-25 поверхів. Якщо не вказане інше, об'єми ресурсів та витрати праці будемо фіксувати на одиничну площу фасаду без урахування коефіцієнтів до витрат праці робітників-будівельників при зростанні поверховості будівлі.

Аналіз складу робіт капітального ремонту сучасних фасадних систем необхідно виконувати на основі реальної експлуатації будівель і споруд. Для об'єктивного співставлення проаналізовано 30 закупівель послуг з капітального ремонту фасадних систем в Єдиній системі електронних публічних закупівель ПроЗорро (ProZorro). Вибір саме цієї системи пояснюється через складність отримання об'єктивної інформації для приватних об'єктів, в тому числі через комерційну таємницю процесів експлуатації, а також відсутність детальних технологічно-експлуатаційних регламентів виробників сучасних систем. Перелік проаналізованих об'єктів з короткими характеристиками наведений в додатку Б.

Спочатку проаналізуємо проведення капітальних ремонтів відносно виду фасадної системи та переліку робіт. На рис 2.1 показаний розподіл видів капітальних ремонтів на основі проаналізованих будівель в додатку Б.



Рисунок 2.1 – Розподіл видів капітальних ремонтів фасадних систем

В перелік за можливості не будемо включати супутні роботи на кшталт заміни водостоків, перепрокладання комунікацій, заміни віконного заповнення, ремонт відкосів та інш. Наявність даних робіт залежить від особливостей конкретної будівлі і не впливає на регламент експлуатації та ремонту фасадної системи.

Очевидно, вартість виконання ремонтних робіт обов'язково залежить від виду та розміру об'єкту, зокрема від площі ділянки виконання робіт. За однакової поверховості збільшення площі виконання робіт дозволяє заощаджувати на підготовчих та транспортних роботах, а також оптимізувати виконання робіт за рахунок потокового принципу з розбиванням на окремі захватки. Розподіл площі об'єктів дослідження представлений на рис. 2.2.

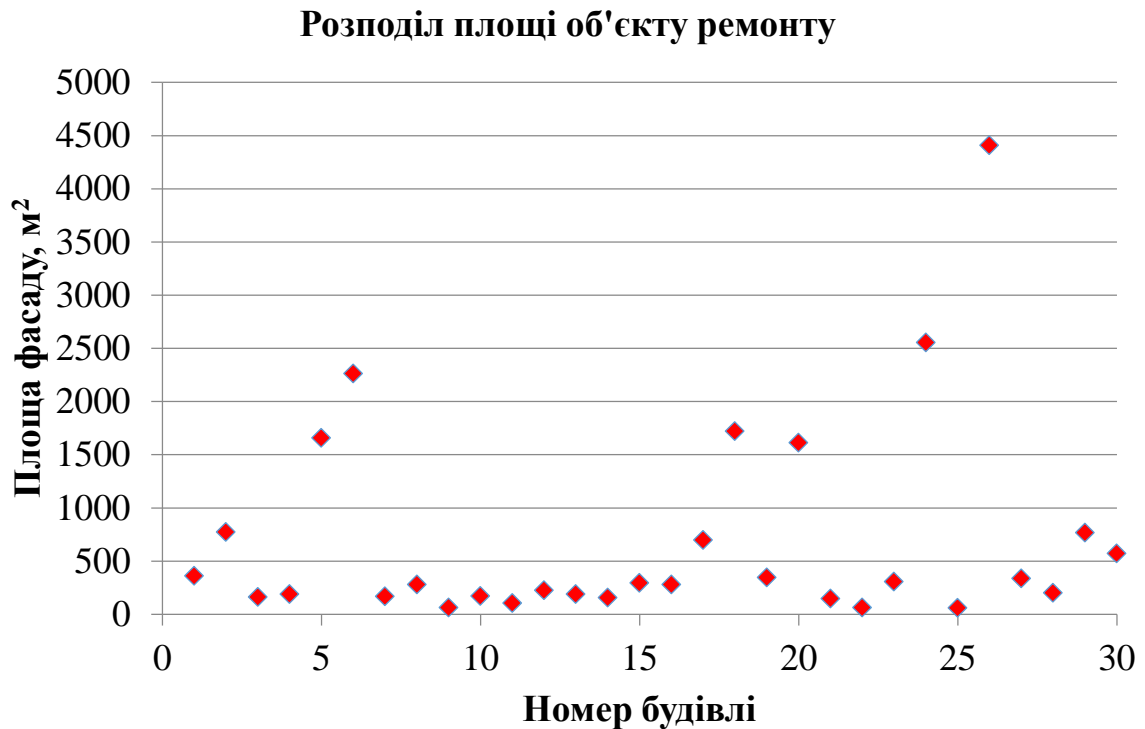


Рисунок 2.2 – Розподіл площі об'єктів ремонту

Очевидно, що переважна кількість будівель мають площу фасаду для ремонту в межах до 1000 м². Швидше за все, це пов'язане зі значною кількістю в системі Prozorro закупівель ремонтних послуг для комунальних закладів, закладів освіти, тощо. Крім того, для переважної більшості цих об'єктів передбачається улаштування утеплення після демонтажу старої пошкодженої штукатурки, оздоблення керамічними плитками, тощо. Такі види фасадних оздоблень характерні для будівель невеликої поверховості 70-90 років ХХ ст., відповідно площа фасаду у них є незначною. Для сучасних будівель поверховістю понад 10-16 поверхів характерні системи навісних фасадів з вентиляльованим повітряним прошарком та скляні фасади, для яких міжремонтний період складає 20-30 років і більше. Тому детальна статистика таких капітальних ремонтів відсутня.

Наступним етапом порівняння є визначення вартості виконання робіт. Для зручності розрахунку будемо виконувати порівняння

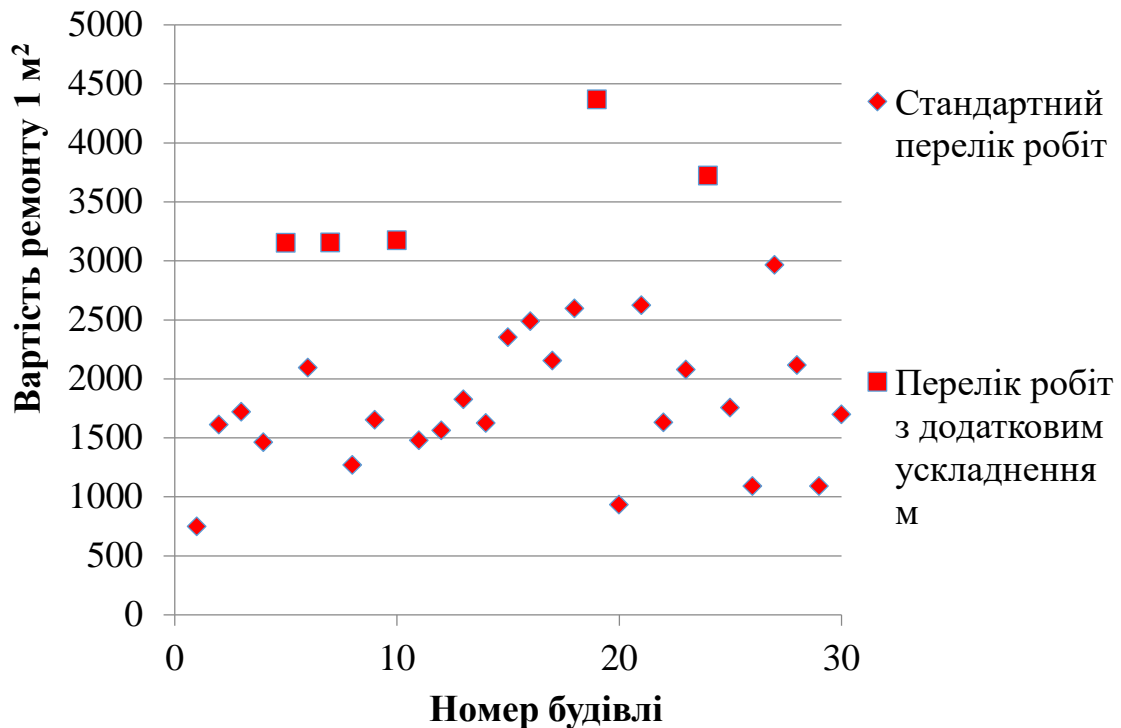


Рисунок 2.3 – Розподіл вартості капітальних ремонтів фасадних систем

Очевидно, для більшості об'єктів вартість виконання капітального ремонту фасадної системи лежить в межах від 1000 до 3000 грн/м². За урахування утеплення мінеральними або пінополістирольними плитами з послідуочим штукатуренням та фарбуванням як основного виду фасадної теплоізоляції для досліджуваних будівель, отримані значення приблизно співпадають з вартістю улаштування аналогічних фасадних систем при новому будівництві. Розбіжність полягає в різній вартості улаштування фасадних риштувань (або використанні люльок), складності та об'єму робіт з підготовки ремонту стін (видалення старої штукатурки, шпатлювання, заповнення тріщин, тощо), а також наявності та об'ємів супроводжувальних робіт (перенесення та/або ремонт водостоків, облаштування віконних відкосів, тощо). Окремо виділені роботи з додатковим ускладненням – для цих проектів за наявних кошторисів неможливо вичленити окремо вартість та трудомісткість фасадних робіт,

відповідно туди включені додаткові розділи по внутрішнім та зовнішнім ремонтним роботам.

Досліджувати витрати праці на виконання даних ремонтних робіт нераціонально через суттєві відмінності в типах будівель та розміри ділянок виконання робіт. Тому даний аналіз виконаємо на основі технологічних регламентів виробників відповідних фасадних систем.

2.4 Дослідження витрат ресурсів на капітальний ремонт фасадних систем за регламентами виробників

Об'єктивне порівняння технологічних параметрів поточного ремонту фасадних систем можна виконати шляхом аналізу та співставлення технологічних регламентів сучасних виробників систем, які поширені на території України. Таким чином можна знехтувати ускладнюючими чинниками – площею та поверховістю будівлі, ступенем пошкодження, регіональними особливостями конкретної будівлі, тощо. Не буде мати значення також поєднання робіт з капітального ремонту фасадної системи з супутніми роботами по будівлі. Всі ці чинники можна врахувати системою окремо розроблених поправочних коефіцієнтів, приймаючи до розрахунку лише базові значення технологічних регламентів.

На сьогоднішній день у вільному доступі відсутні повноцінні технологічні регламенти капітальних ремонтів від ведучих виробників. Передумов для цього декілька:

1. Такий регламент з витратами часу, праці, матеріалів та виробів складав би комерційну таємницю: виробникам фасадних систем значно вигідніше за запрошенням утримувачів будівлі самостійно виконувати дані регламентні роботи, ніж віддавати їх стороннім організаціям з ризиком втратити об'єкт для постачання матеріалів та виробів. Адже сторонні організації – виробники аналогічної продукції – можуть виробляти сумісну з оригінальною системою продукцію, створюючи суттєву конкуренцію. З

урахуванням розрахункової кількості капітальних ремонтів 3-4 періоди протягом всього терміну експлуатації будівлі, постачання матеріалів та виробів для цього може бути більш привабливим для виробника, ніж навіть одноразове постачання системи для нового будівництва.

2. Сучасні системи навісних фасадів з вентиляльованим прошарком, а також ефективні системи фасадного панорамного остеклення отримали поширення територією України протягом останніх 10-15-20 років. З урахуванням тривалості експлуатації таких систем (30-50-70-100 років) та прогнозованого міжремонтного періоду (20-30 років) на сьогоднішній день просто відсутня масштабна та об'єктивна статистика експлуатації фасадів в умовах України при виконанні поточних та капітальних ремонтів. Для детального аналізу потрібно збирати дані щодо ефективності діагностичних заходів та визначення найбільш ефективних експлуатаційних та ремонтних регламентів.

3. На сьогоднішній день на території України відсутня система об'єктивного та всеохоплюючого діагностування стану всіх складових фасадної системи. В умовах постійного пошуку способів підвищення енергоефективності дослідження існуючого стану фасадних систем виконується тільки частково: за допомогою теплореєструючих пристроїв (тепловізорів різного формату) фіксується питома витрата тепла з будівлі через огорожуючі конструкції, і за результатами даних вимірів формуються висновки щодо ефективності системи в цілому. Проте контроль окремих складових фасадної системи для ранжування їх впливу на загальну систему практично не виконується. Аналогічно не утворюється модель зміни ізоляційних властивостей фасадних систем відносно зміни властивостей кожної складової протягом часу. Хоча зміна їх властивостей з часом не викликає сумнівів. Тому ускладнене навіть прогнозування найбільш ефективного регламенту експлуатації та періодичності поточних ремонтів.

4. Виробники фасадних систем постійно створюють нові ефективні

матеріали та системи для підвищення ізоляційних властивостей, енергоефективності в цілому, збільшення довговічності, зменшення витрат праці під час монтажу та збільшення ефективності виконання робіт. Проте виробники практично не враховують можливі зміни власника будівлі протягом експлуатації, і як наслідок – зміну загального функціонального призначення будівлі.

Аналізом переліку робіт при проведенні капітального ремонту фасадів будівель встановлено, що для співставлення витрат матеріально-технічних ресурсів доцільно виконати порівняння витрат на улаштування нової фасадної системи. Для варіантів капітального ремонту, які передбачають збереження та повторне використання елементів попередньо встановленої системи, заощадження ресурсів будемо враховувати шляхом введення системи поправочних коефіцієнтів. В якості інформаційних джерел обчислювання витрат часу, праці, а також вартості систем будемо використовувати діючі технологічні регламенти сучасних найбільш розповсюджених виробників фасадних систем на території України. У випадку розбіжностей одиниць виміру для різних систем обчислення будемо виконувати на 1 м² площі фасаду.

Для збільшення достовірності даних порівняння будемо виконувати для кількох систем кожного виду. Для систем, виробники яких не надали даних щодо витрат праці та часу, відповідні значення будемо обирати згідно чинних ресурсних кошторисних нормативних документів на відповідні роботи.

Для коректного визначення витрат матеріально-технічних ресурсів на виконання капітального ремонту різних фасадних систем необхідно визначити перелік робочих операцій та технологічну послідовність виконання робіт. За основу необхідно взяти технологічні регламенти та склад робіт ресурсних нормативних документів на нове будівництво таких систем. При цьому до стандартних робіт включаємо додаткові роботи в залежності від конкретного технологічного процесу. В залежності від типу

фасадної системи, капітальний ремонт може бути як дорожчим, так і дешевшим за нове будівництво, відповідно потребувати різні витрати праці в залежності від конкретного технологічного процесу. Тому в подальших розрахунках витрат праці та вартості капітального ремонту по видам систем будемо використовувати систему поправочних коефіцієнтів для урахування технологічних особливостей.

Склад та послідовність робочих операцій при виконанні капітального ремонту систем типу «мокрый фасад» при утепленні пінополістирольними або мінераловатними плитами наступна:

1. Демонтаж штукатурки з шаром фарбування, демонтаж утеплювача, залишків анкерних елементів;

2. Видалення залишків клейового шару за наявності, вирівнювання поверхні стіни, оцінка стану поверхні стіни та готовності до подальших робіт;

3. За необхідності – штукатурка та шпатлювання поверхні стіни, інші ремонтні роботи по зачеканці тріщин; витримка для повного висихання; за потреби – вирівнювання, шліфування та очищення;

4. Грунтування поверхні фасаду, нанесення клейового шару та наклеювання пінополістирольних плит (або монтаж теплоізоляційних плит з кріпленням спеціалізованими дюбелями);

5. Нанесення армувального шару (скловолоконна сітка);

6. Грунтування та нанесення фінішного шару декоративної штукатурки;

7. Фарбування поверхні фасаду за необхідності.

Слід відмітити, що роботи 1-3 не входять в стандартну послідовність улаштування нового «мокрого фасаду». Тому їх трудомісткість необхідно додати до базової. Крім того, для робіт 1-3 потрібні додаткові матеріали для ремонту поверхні стіни. Вони також впливають на вартість виконання робіт.

Для порівняння доцільно використати наступні коефіцієнти: до працевитрат 1.3; до вартості фасадної системи 1.3.

Далі розглянемо перелік робочих операцій для капітального ремонту навісного фасаду. Для прикладу візьмемо фасад з утепленням мінераловатними плитами та облицюванням плитками з керамограніту. Послідовність виконання робіт при улаштуванні нового фасаду наступна:

1. Улаштування (збирання та кріплення) підсистеми для послідуєчого кріплення елементів;
2. Монтаж та кріплення утеплювача на стіну за допомогою кріпильних елементів;
3. Монтаж паро- і вітрозахистних мембран;
4. Збирання і монтаж кріпильної системи направляючих для послідуєчого монтажу елементів оздоблювання;
5. Монтаж елементів оздоблювання – керамогранітних плиток.

Слід відзначити, що під час виконання капітального ремонту розбираються елементи, влаштовані в роботах 2-5. Причому для більшості систем використовуються окремі дрібноштучні елементи оздоблювання, не скріплені між собою, а закріплені тільки до направляючих. Тому доцільно їх розібрати, складувати (за умови належного стану) і повторно використати під час послідуєчого монтажу. Крім того, елементи направляючих також можуть розбиратись для послідуєчого повторного використання (за умови закладення такої можливості виробником фасадної системи). Елементи ж підсистеми можуть взагалі не демонтуватись за умови належного стану. Оскільки переважна більшість виробників виконує їх з довговічних зносостійких матеріалів (алюміній, нержавіюча сталь, тощо), а елементи знаходяться під захистом основної системи від дії зовнішніх факторів, термін їх служби може досягати значних величин.

За рахунок економії часу під час робіт з капітального ремонту, а також повторного використання елементів при порівнянні витрат ресурсів

доцільно використати коефіцієнти: для працевитрат 1.0; для вартості фасадної системи 0.6.

Монтаж скляної фасадної системи складається з двох послідовних технологічних операцій: улаштування несучої системи та монтаж безпосередньо елементів остеклення. При капітальному ремонті порядок робіт буде наступний:

1. Демонтаж елементів остеклення, що підлягають заміні. В залежності від розташування будівлі, особливостей експлуатації, кліматичних та інших факторів може бути доцільна заміна тільки частини елементів остеклення при капітальному ремонті. Проте в розрахунках не будемо зважати на це;

2. За необхідності – заміна елементів несучої системи. Дана операція виконується тільки при встановленні суттєвого ступеня зношеності елементів несучої системи при заміні елементів остеклення. За умови нормального експлуатаційного стану та відсутності пошкоджень, а також за наявності відповідних рекомендацій виробника фасадної системи, можлива подальша експлуатація несучого каркасу фасаду без заміни;

3. Монтаж нових елементів фасадної системи.

Враховуючи вищевказане, доцільно застосувати наступні виправкові коефіцієнти: до працевитрат 0.5; до вартості улаштування фасадної системи 0.7.

Для наглядності порівняння витрат ресурсів на виконання капітального ремонту винесемо їх на графіки. На рис. 2.4 та 2.5 показані трудомісткість та вартість виконання капітального ремонту 1 м² фасадної системи виду «мокрый фасад» з утепленням плитами з екструдованого пінополістиролу. Розрахунок виконаний, виходячи з товщини утеплювача 100 мм. Вказані нормативні трудомісткість та вартість за діючими ресурсно-кошторисними нормами ДСТУ Б Д.2.2-15:2012. Крім того, для продукції відомих на території України виробників (BAUMIT,

KRAUTHERM, Anserglob, Ceresit) вказана трудомісткість за даними виробників та вартість станом на січень 2020 року.

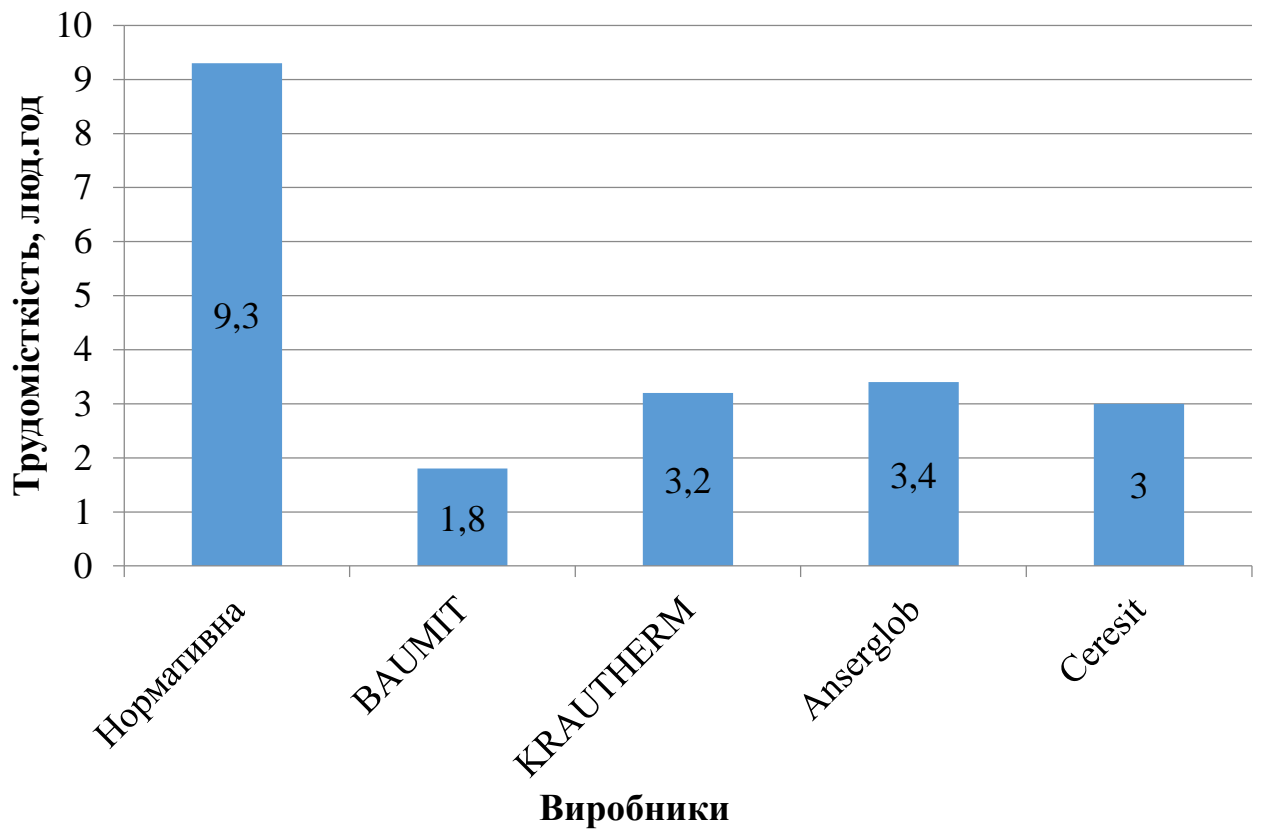


Рисунок 2.4 – Трудомісткість виконання капітального ремонту 1 м² мокрого фасаду з утепленням екструдованим пінополістиролом

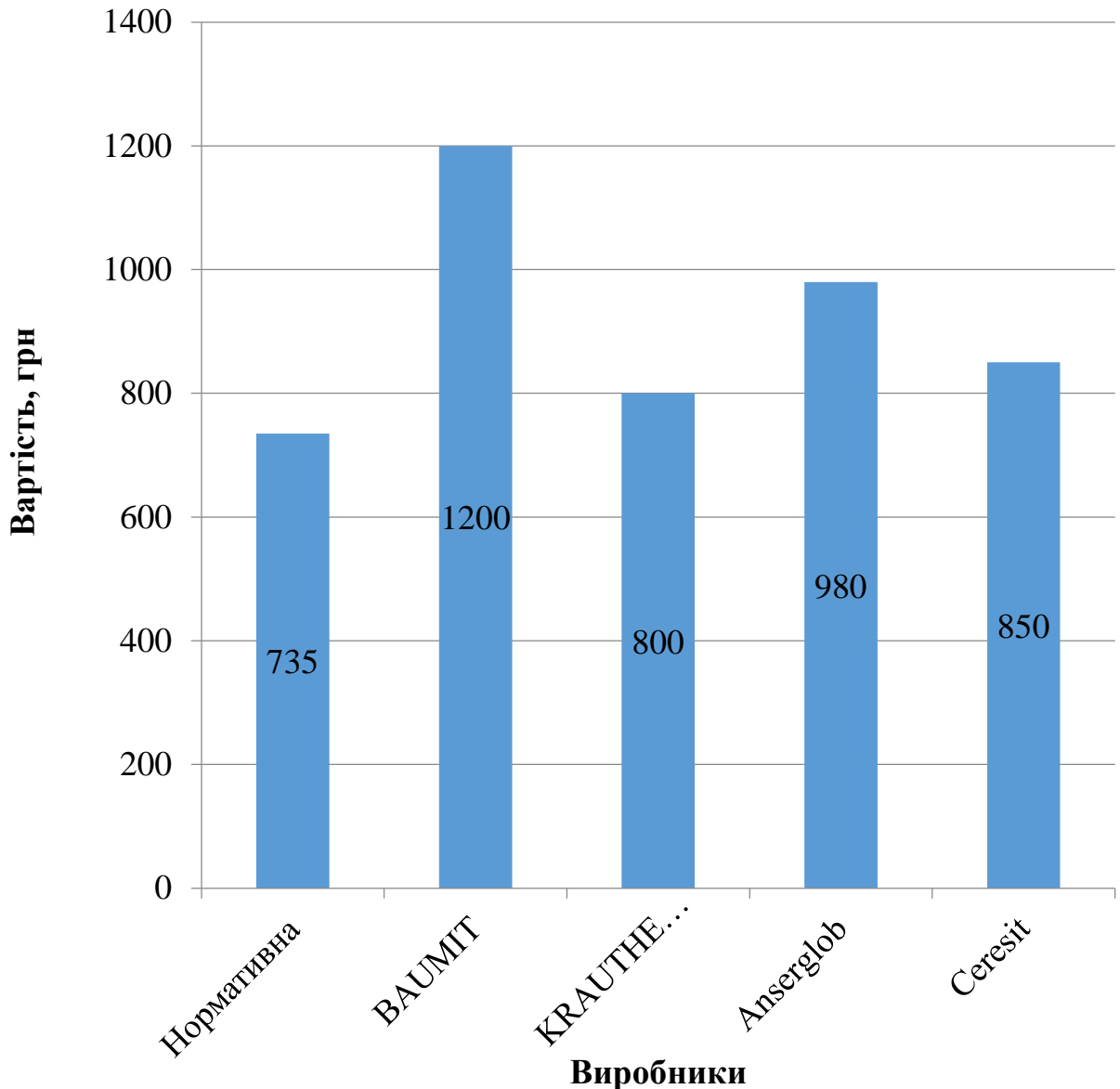


Рисунок 2.5 – Вартість виконання капітального ремонту 1 м² мокрого фасаду з утепленням екструдованим пінополістиролом

Розбіжність у трудомісткості може бути викликана різним набором робочих операцій по виконанню шпатлювання, штукатурки, тощо. Вартість також змінюється внаслідок різної вартості складових системи, густини нанесення, тощо.

На рис. 2.6 та 2.7 показані трудомісткість та вартість виконання капітального ремонту 1 м² фасадної системи виду «мокрый фасад» з утепленням плитами з мінеральної вати.

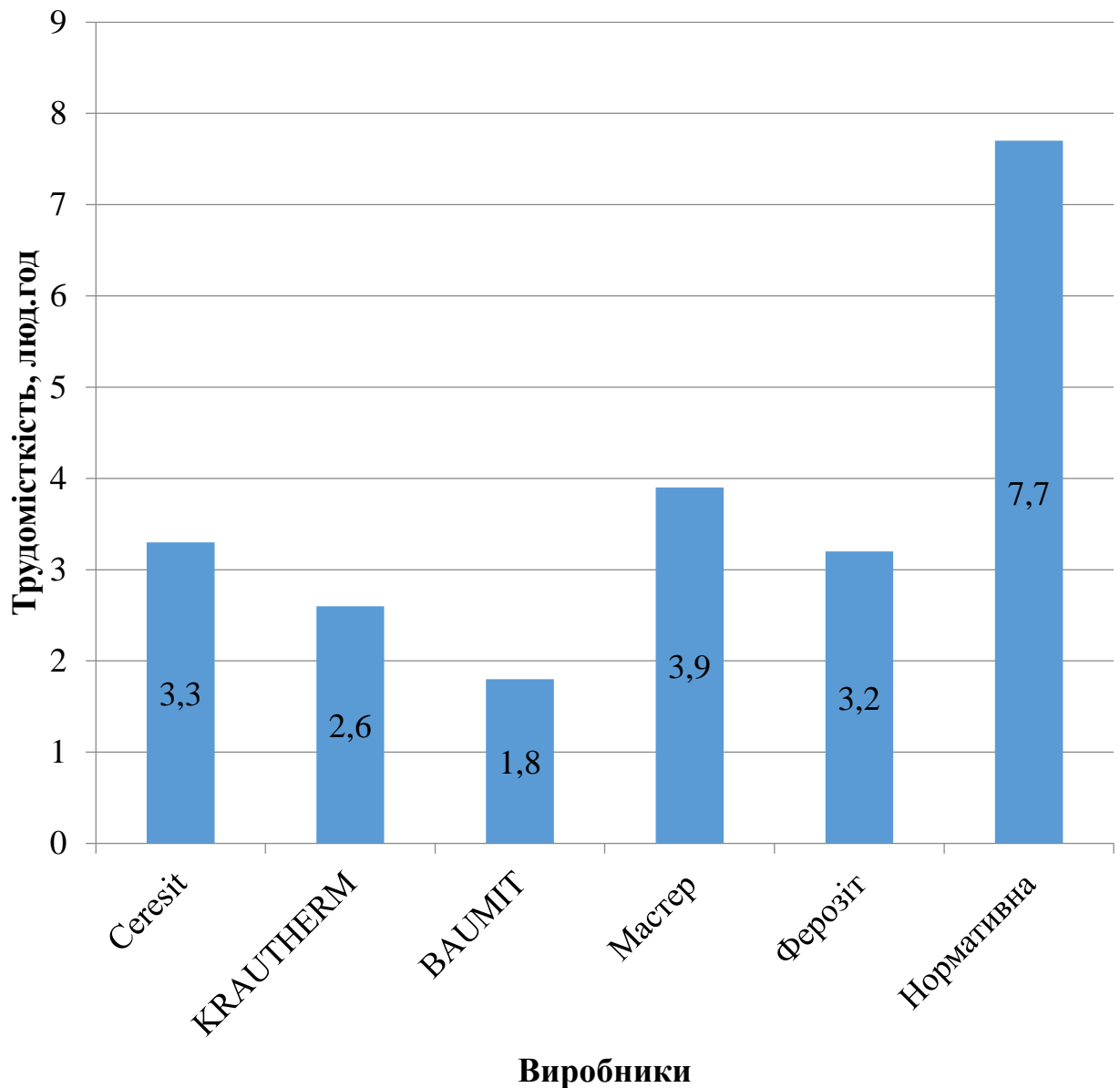


Рисунок 2.6 – Трудомісткість виконання капітального ремонту 1 м² мокрого фасаду з утепленням мінеральною ватою

Очевидна розбіжність в середньому значенні трудомісткості за даними виробників та нормативною, викликаною швидше за все недосконалістю процедури хронометражу під час складання нормативного кошторисного документу. Відмінність між витратами праці в порівнянні з

утепленням екструдованим пінополістиролом викликана різним способом кріплення утеплювача (приклеювання для пінополістиролу, дюбель-анкери типу «парасолька» для мінеральної вати). Різні виробники можуть давати різний крок розташування таких анкерів навіть для однакового матеріалу стіни. Відповідно час їх монтажу також буде змінюватись.

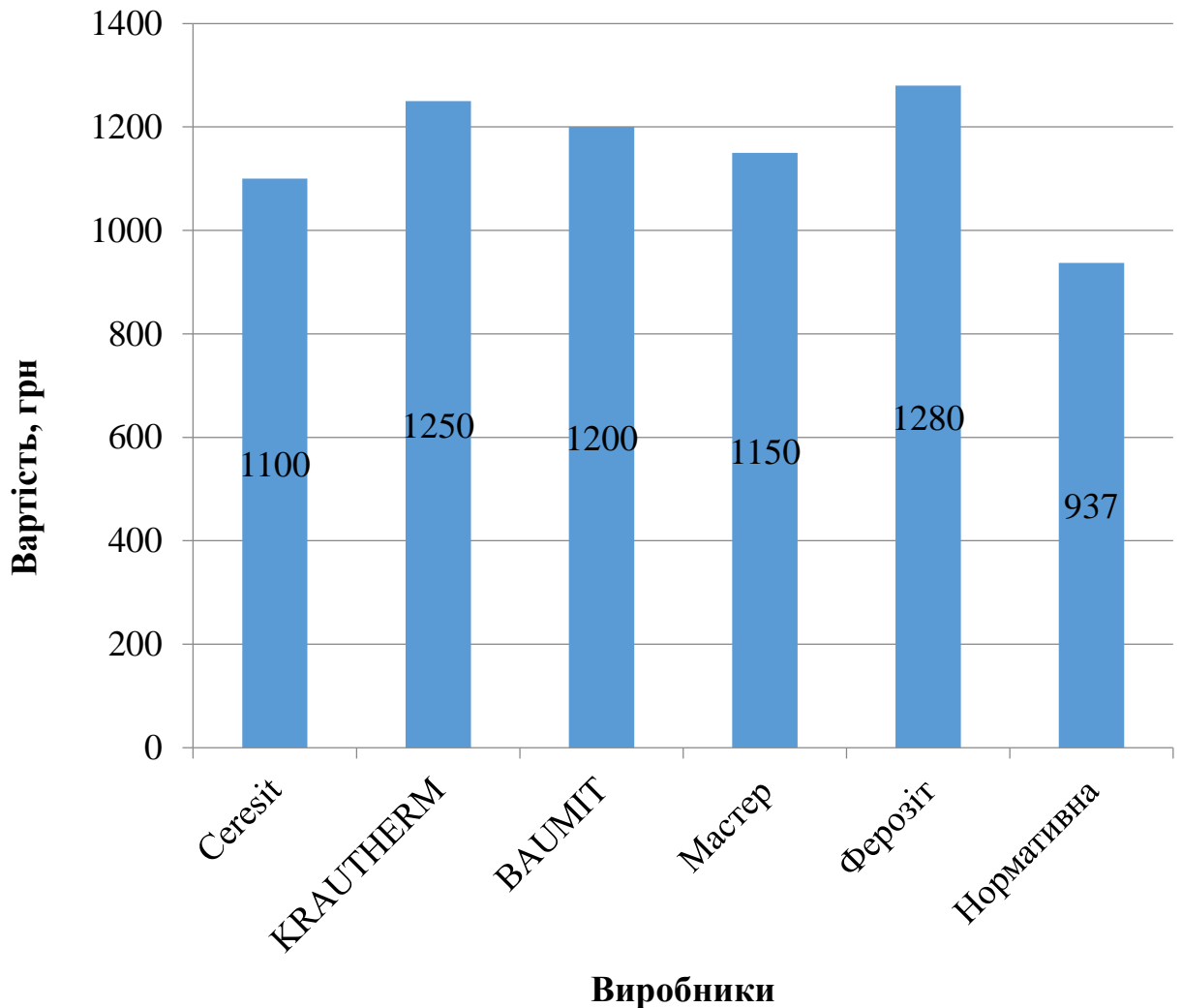


Рисунок 2.7 – Вартість виконання капітального ремонту 1 м² мокрого фасаду з утеплюванням мінеральною ватою

Вартість улаштування капітального ремонту має меншу розбіжність в залежності від виробника. Очевидні близькі витрати матеріалів при виконанні робіт.

На рис. 2.8 та 2.9 показані трудомісткість та вартість виконання капітального ремонту 1 м² навісної фасадної системи з вентиляльованим повітряним прошарком відповідно. Утеплювач – плити з мінеральної вати товщиною 100 мм, зовнішнє оздоблення – плитки з керамограніту.

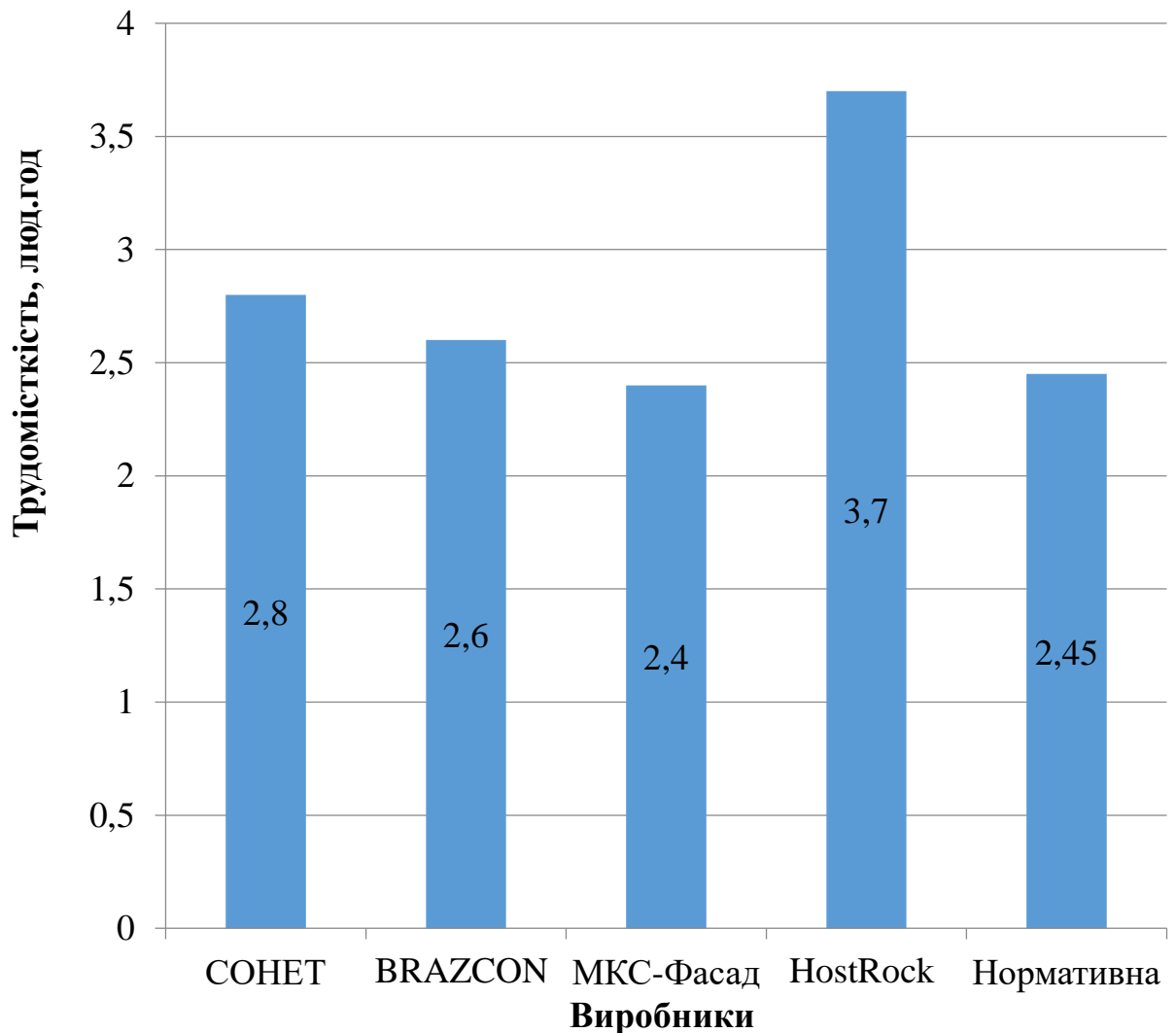


Рисунок 2.8 – Трудомісткість виконання капітального ремонту 1 м² навісного фасаду з вентиляльованим повітряним прошарком

Аналогічно рис. 2.6, внаслідок різної кількості анкерних пристроїв, різної конструкції кріпильної системи та направляючих для робіт з капітального ремонту фасадів різних виробників спостерігається

відмінність в трудомісткості. Відмінність від нормативного значення мінімальна через значно меншу кількість робіт та більш однорідні результати хронометражу.

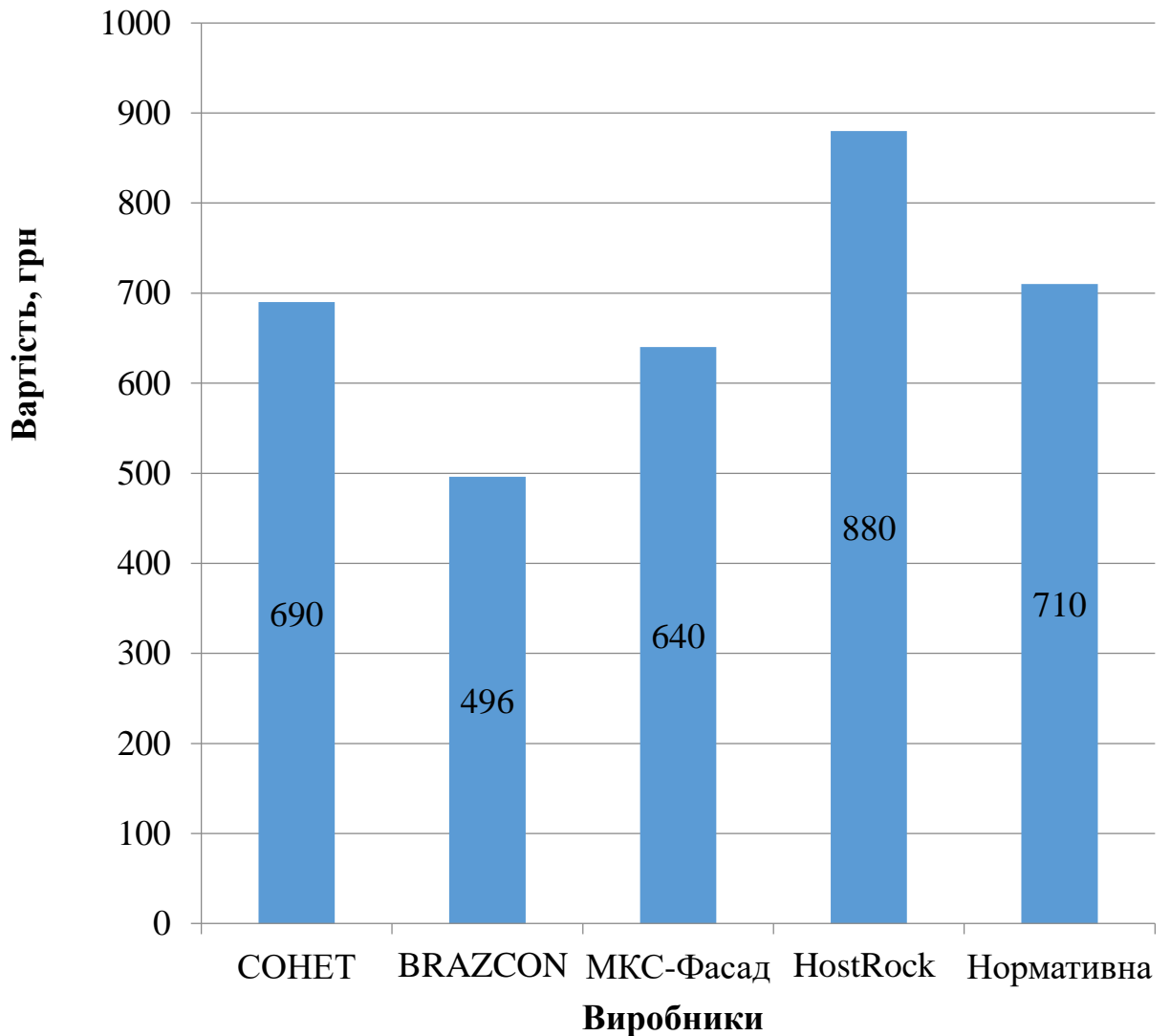


Рисунок 2.9 – Вартість виконання капітального ремонту 1 м² навісного фасаду з вентиляльованим повітряним прошарком

Різниця у вартості достатньо суттєва. Однозначної аргументації від виробників отримати не вдалося. Швидше за все, врахований різний ступінь пошкодження оздоблювальних елементів під час розбирання та

повторного монтажу, додаткові витрати по відновленню системи направляючих. Крім того, система направляючих від різних виробників має різну конструкцію (навіть для однакового типу оздоблювальних елементів, за однакових розмірів та маси може складатись тільки з вертикальних направляючих, або ж мати і вертикальні, і горизонтальні направляючі).

Трудомісткість та вартість виконання капітального ремонту 1 м² скляного фасаду вказана на рис. 2.10 та 2.11 відповідно. Проте в чинних ресурсно-кошторисних нормативних документах відсутні роботи по улаштуванню подібного роду фасадних систем. Тому для обчислення нормативної трудомісткості була застосована норма роботи 15-209-4 ДСТУ Б Д.2.2-15:2012 (Скління в будівельних умовах металевих рам двошаровими склопакетами площею до 3 м²) з поправочним коефіцієнтом 3.0.

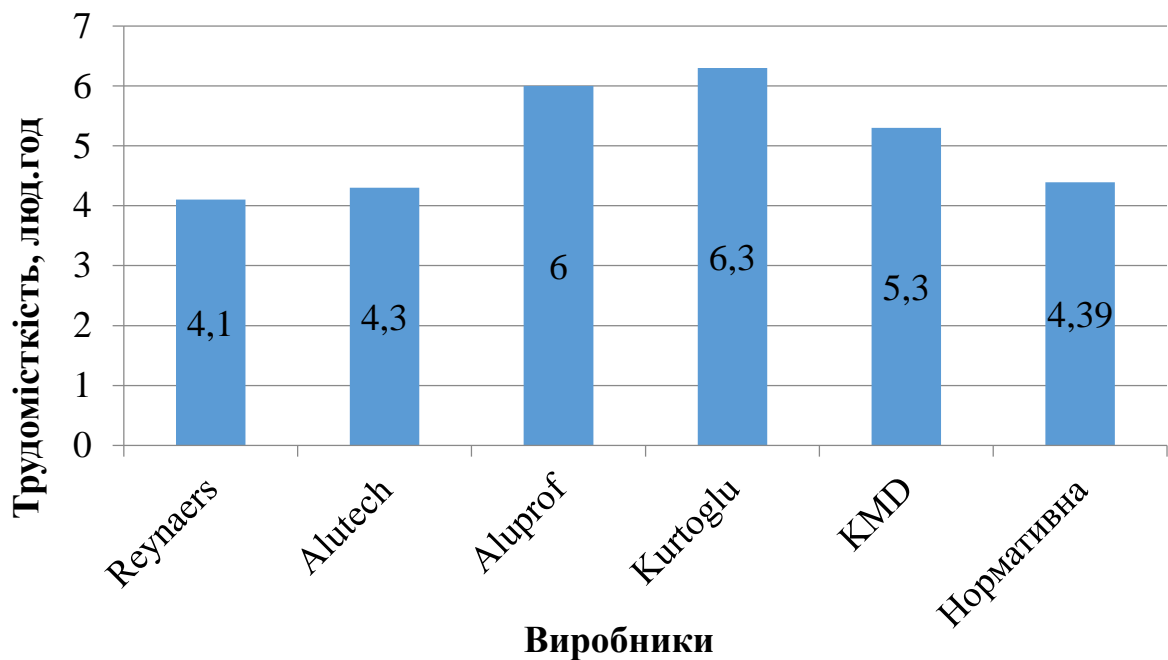


Рисунок 2.10 – Трудомісткість виконання капітального ремонту 1 м² скляного фасаду

Розбіжність в трудомісткості викликана в першу чергу різною конструкцією фурнітури та системи кріплення склопакетів в несучу систему для різних виробників. Проте нормативна трудомісткість приблизно збігається з реальною, що свідчить про адекватне застосування вказаного методу розрахунку та достатню достовірність отриманих даних для подальшого порівняння.

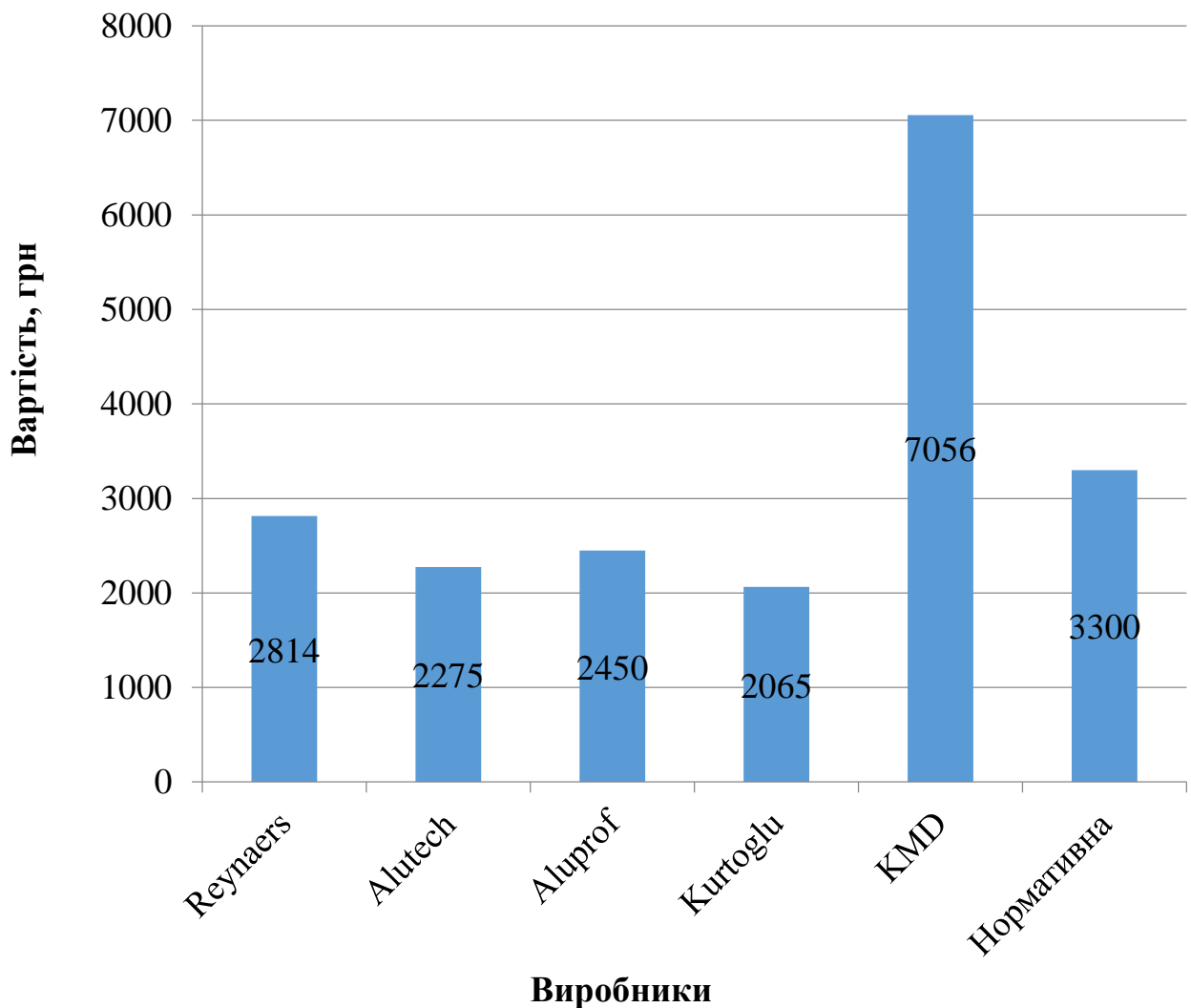


Рисунок 2.11 – Вартість виконання капітального ремонту 1 м² скляного фасаду

Значна відмінність вартості для систем деяких виробників викликана в першу чергу різною конструкцією склопакетів. З метою збільшення енергоефективності, архітектурної виразності, довговічності та надійності виробники застосовують три-, чотири-, п'яти- і багатокамерні склопакети з різними властивостями скла. Широко розповсюджене застосування спеціалізованих плівок, які наклеюються на шари скла для надання йому унікальних властивостей (відбивання інфрачервоного випромінювання, відбивання ультрафіолетового спектру сонячного світла, покращення супротиву абразивної дії пилу та твердих часток, що знаходяться в потоках повітря, бронювання, тощо). Для подальшого аналізу доцільно використовувати усереднені значення.

При порівнянні витрат на виконання капітального ремонту фасадних систем різного виду дослідження ускладнюється значною відмінністю в тривалості міжремонтного періоду. Зокрема, виробники фасадних систем типу «мокрый фасад» прогнозують міжремонтний період 7-10 років, а термін служби системи близько 20-30 років. Для навісного вентиляованого фасаду тривалість експлуатації до проведення капітального ремонту складає 20-25 років при загальній довговічності до 50-70 років. Сучасні скляні фасади мають термін служби 50-70-100 років, для них доцільно прийняти термін експлуатації між ремонтними періодами 30-50 років.

Для об'єктивного порівняння витрат ресурсів при капітальному ремонті різних фасадних систем порівняємо усереднені витрати праці та вартості за наступними параметрами:

1. Тривалість періоду експлуатації будівлі 100 років;
2. Вартість улаштування фасадної системи під час зведення будівлі, а також термін експлуатації від улаштування до першого капітального ремонту не включається в розрахунок;
3. Тривалість міжремонтного періоду для систем типу «мокрый фасад» з утепленням екструдованим пінополістиролом складає 15 років;
4. Тривалість міжремонтного періоду для систем типу «мокрый

фасад» з утепленням мінеральною ватою складає 20 років;

5. Тривалість міжремонтного періоду для навісних фасадних систем з вентиляльованим повітряним прошарком, утепленням мінеральною ватою та оздобленням керамогранітними плитками складає 30 років;

6. Тривалість міжремонтного періоду для скляних фасадних систем складає 40 років.

На основі вказаних параметрів, а також попередніх розрахунків визначаємо розрахункові значення параметрів для порівняння та зводимо їх у таблицю (табл. 2.2):

Таблиця 2.2 – Розрахункові параметри фасадних систем для порівняння

Вид системи	Мокрий фасад		Навісний фасад	Скляний фасад
	Пінополістирол	Мінеральна вата		
1	2	3	4	5
Тривалість періоду міжремонтної експлуатації, років	15	20	30	40
Кількість періодів, шт.	6	4	3	2
Трудомісткість одного капітального ремонту на 1 м ² , люд.год	4,14	3,75	2,79	5,07
Вартість одного капітального ремонту на 1 м ² , грн	913	1150	680	3330
Загальна трудомісткість капітальних ремонтів протягом експлуатації на 1 м ² , люд.год	24,84	15	8,37	10,14
Загальна вартість капітальних ремонтів протягом експлуатації на 1 м ² , грн	5478	4600	2040	6660

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5
Відносна трудомісткість капітального ремонту 1 м ² фасаду на 1 рік експлуатації, люд.год	0,276	0,188	0,093	0,123
Відносна вартість капітального ремонту 1 м ² фасаду на 1 рік експлуатації, грн	68,87	57,5	22,66	83,25

Для зручності представимо порівняння трудомісткості та вартості капітальних ремонтів у графічному вигляді (рис. 2.12 та 2.13 відповідно):

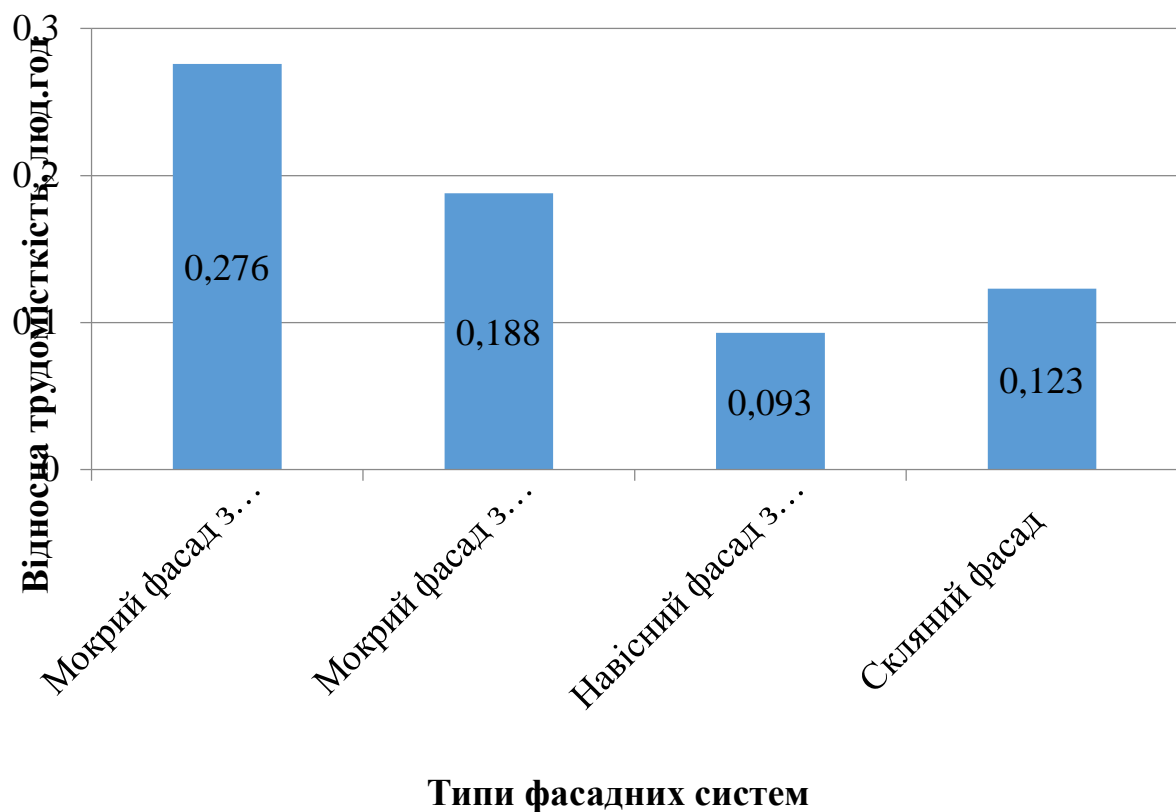


Рисунок 2.12 – Відносна трудомісткість капітального ремонту 1 м² фасаду на 1 рік експлуатації, люд.год

За результатами аналізу відносної трудомісткості виконання капітального ремонту фасадних систем різних типів в перерахунку на 1 рік експлуатації встановлено, що найменших працевитрат потребує навісний фасад з вентиляльованим повітряним прошарком. Скляний фасад потребує дещо більших працевитрат. Найменш вигідним відносно трудомісткості є системи типу «мокрый фасад» незалежно від виду утеплювача.

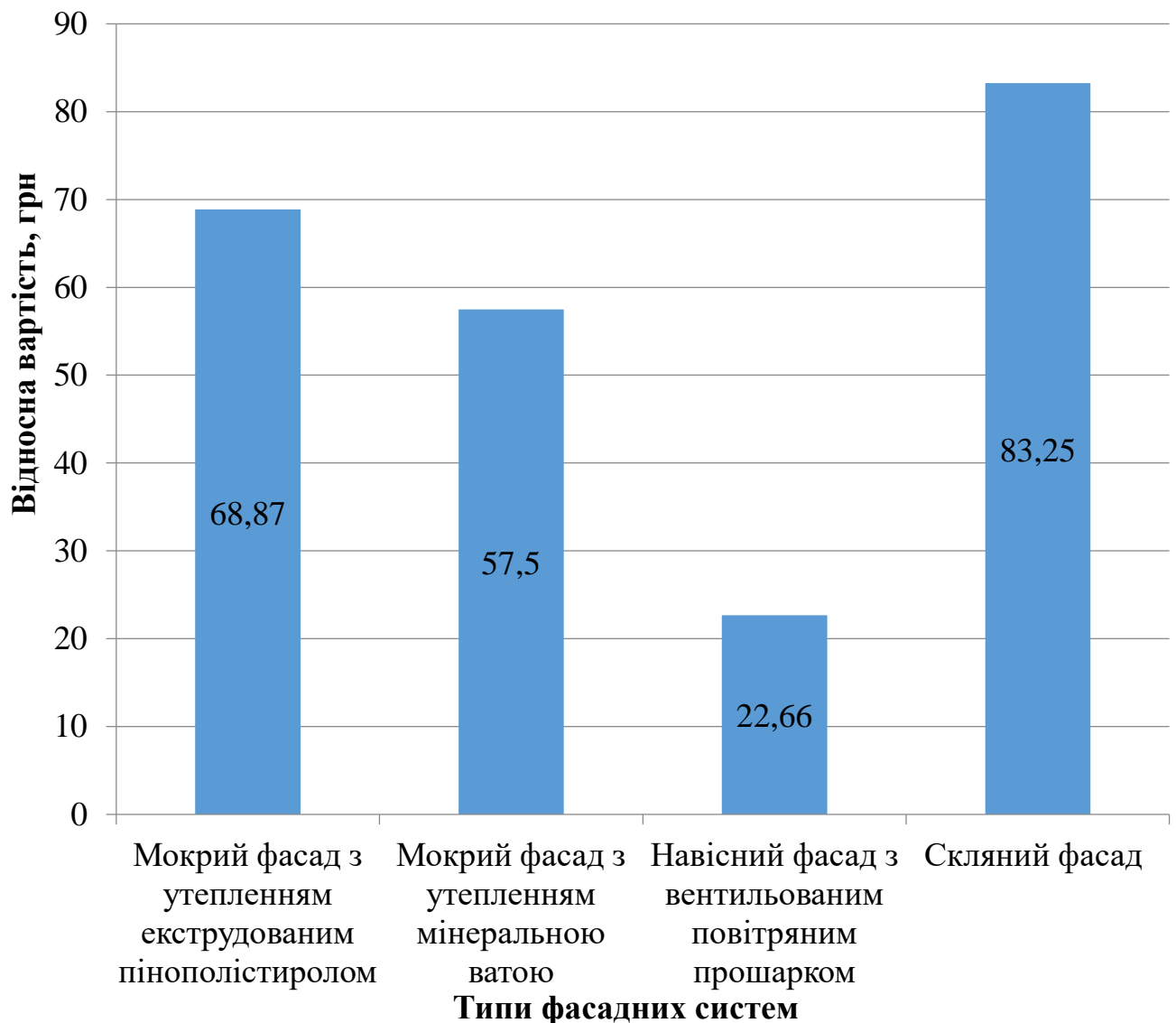


Рисунок 2.13 – Відносна вартість капітального ремонту 1 м² фасаду на 1 рік експлуатації, люд.год

При виконанні порівняння відносної вартості капітального ремонту фасадних систем різних типів виявлено, що найдешевшою є система навісного фасаду з вентиляваним повітряним прошарком. В найбільшій мірі це обумовлено збереженням найдорожчих елементів системи та їх повторним використанням після заміни найменш довговічних матеріалів – утеплювача та захисних мембран. Більшу вартість мають «мокрі фасади» без суттєвої залежності від типу утеплювача. Відмінність їх вартості викликана переважно зміною трудомісткості та локальними розбіжностями у вартості окремих складових фасадної системи у різних виробників. Найдорожчими для виконання капітальних ремонтів є скляні фасади. Їх значна вартість обумовлена складними технологічними процесами та значною матеріалоємністю при виготовленні складових елементів. Проте за рахунок унікальних властивостей (світлопрозорість, здатність застосування для проектів особливої архітектурної виразності, придатність до використання з засобами створення альтернативної енергетики), а також за раціональної експлуатації, навіть такі системи можуть бути вигідними у використанні в сучасному світі.

Висновки до розділу 2

1. Виконаний аналіз процесу експлуатації фасадних систем, які застосовуються для житлових та громадських будівель різної поверховості на території України. Встановлено, що вкрай важливим етапом експлуатації є чітке дотримання та якісне виконання поточних та капітальних ремонтів з метою забезпечення розрахункового режиму експлуатації всіх складових фасадної системи, і як наслідок, дотримання запроектованого строку експлуатації.

2. За результатами дослідження сучасних процесів капітальних ремонтів фасадних систем будівель і споруд визначено, що найчастіше зустрічається комплексний ремонт фасаду одночасно з покращенням

теплоізоляційних властивостей огорожувальних конструкцій. Частіше всього спостерігається улаштування фасадних систем типу «мокрый фасад» з утепленням екструдованим пінополістиролом або мінераловатними плитами при товщині шару утеплювача 100 мм.

3. На сьогоднішній час в Україні відсутня значна об'єктивна статистика тривалої експлуатації сучасних фасадних систем з визначенням оптимальних режимів капітальних ремонтів. За рекомендаціями виробників таких систем встановлено, що технологічний регламент подібного капітального ремонту заснований на заміні основних елементів, що виходять з ладу, методами, подібними до нового монтажу фасадної системи. При цьому для систем різних типів спостерігається погіршення властивостей і вихід з ладу різних складових системи – опоряджувального шару («мокрі фасади»), що призводить до погіршення властивостей утеплювача; безпосередньо утеплювача при збереженні оздоблення (навісні фасадні системи з вентиляльованим повітряним прошарком), або ж безпосередньо комбінованих елементів системи, що об'єднують в собі всі ці функції (багатокамерні склопакети у скляних фасадах).

4. За аналізом трудомісткості та вартості капітальних ремонтів фасадних систем визначено, що найбільш вигідною є система навісного фасаду з вентиляльованим повітряним прошарком. Такі фасади потребують найменших витрат праці внаслідок відсутності мокрих процесів, а також мають мінімальну вартість внаслідок повторного використання елементів зі значним терміном експлуатації. Поточний ремонт «мокрих» фасадів ускладнюється необхідністю виконання робіт тільки в оптимальному температурно-вологістному режимі. Крім того, частота виконання поточних ремонтів «мокрих фасадів» призводить до зростання витрат праці і ускладнення експлуатації. Найдовший міжремонтний період при незначній трудомісткості мають скляні фасади, проте їх висока вартість дещо обмежує використання в практиці будівництва.

5. Основні наукові результати опубліковані в працях автора [85]

РОЗДІЛ 3

ВИЗНАЧЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНОЇ ФАСАДНОЇ СИСТЕМИ

3.1 Дослідження впливу організаційно-технологічних чинників на параметри процесів улаштування та утримання сучасних фасадних систем

Оптимізація організаційно-технологічних рішень в цій роботі в частині математичного моделювання розглядається як процес розміщення реального об'єкту, тобто математичній моделі, в міжструктурних взаємовідносинах [2, 3, 53, 54, 58, 69]. Метод математичного моделювання ґрунтується на представленні процесу влаштування арматурних каркасів колон і пілонів як комплексного і системного.

Як відомо, під математичною моделлю мається на увазі рівняння, що зв'язує параметр оптимізації з чинниками. Це рівняння в загальному вигляді можна записати так:

$$y = \varphi(x_1, x_2, \dots, x_k); \quad (3.1)$$

де $\varphi(\dots)$ — «функція від»;

(x_1, x_2, \dots, x_k) — змінні.

Така функція називається функцією відгуку [78, 77].

Параметр оптимізації — це ознака, за якою хочемо оптимізувати процес; це реакція (відгук) на дію чинників, що визначають поведінку функції, що вивчається. Параметр оптимізації має бути ефективним з точки зору досягнення мети; універсальним; кількісним і виражатися

одним статистично ефективним числом, що має фізичний сенс; простим і легко обчислюваним, при цьому існуючим для усіх помітних станів.

У тих випадках, коли виникають труднощі з кількісною оцінкою параметрів оптимізації, використовується ранговий підхід. В ході дослідження можливі зміни апріорних уявлень про об'єкт дослідження, що призводить до послідовного підходу при виборі параметра оптимізації. З багатьох параметрів, що характеризують об'єкт дослідження, тільки один, часто узагальнений, може служити параметром оптимізації. Інші розглядаються як обмеження [22, 100].

Способи впливу на об'єкт, що оптимізується, названі чинниками. Після того, як вибраний об'єкт дослідження і параметр оптимізації, включаються в розгляд усі істотні чинники, які можуть впливати на процес. Якщо який-небудь істотний чинник виявився неврахованим, це може привести до збільшення помилки математичного експерименту.

Методика врахування впливу організаційно-технологічних чинників в математичному моделюванні розглядається як процес розміщення реального об'єкту, тобто математичній моделі, з метою проведення аналізу і отримання даних про найбільш важливі властивості реального об'єкту [55, 76, 81, 82, 107, 123, 124].

Для визначення параметрів чинників, що впливають на вибір раціональної фасадної системи, були застосовані основні положення і закони теорії вірогідності [4, 23, 25, 27].

Методи математичної статистики у будівельному виробництві мають на увазі визначення чисельних значень розподілу випадкової величини [33, 40, 45, 69, 78].

Чисельні значення обчислюються шляхом підрахунку по значеннях вибірок випадкових величин, які є чисельним відображенням виконаних спостережень і розрахунків. Ці характеристики називаються статистичними, а характеристики, визначені за теоретичними законами розподілу — параметрами розподілу.

Сукупність зафіксованих значень $x=(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ є первинним статистичним матеріалом, що підлягає обробці. Вона називається «Простою статистичною сукупністю».

Середнє арифметичне значення, або середнє значення, розраховується за формулою (3.2):

$$\bar{X} = \sum \frac{n_i}{N}; \quad (3.2)$$

де n_i частота;

N – кількість усіх замічених значень.

Звідси витікає, що:

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum n_i x_i; \quad (3.3)$$

Математичне очікування, або середнє значення випадкової величини для переривчастих випадкових величин:

$$\bar{X} = \sum xp(x); \quad (3.4)$$

для безперервних випадкових величин:

$$X_0 = \int_{-\infty}^{+\infty} x dF(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} xf(x) dx; \quad (3.5)$$

Середнє абсолютне відхилення є найбільш простою чисельною характеристикою, що оцінює розсіювання усіх членів сукупності.

Оцінкою відхилення спостережуваного значення випадкової величини середнього може служити різниця $x_i - \bar{X}$ Розсіювання певних

значень можна охарактеризувати середньою величиною таких відхилень :

$$Q = \sum \frac{n}{N} |x_i - \bar{X}| = \frac{1}{N} \sum n_i |x_i - \bar{X}|; \quad (3.6)$$

де $|x_i - \bar{X}|$ абсолютне відхилення випадкової величини x_i від середнього арифметичного значення \bar{X} .

Дисперсія теоретичного розподілу σ^2 для переривчастих випадкових величин

$$\sigma^2 = \sum_k p(x_k)(x_k - X_0)^2; \quad (3.7)$$

для безперервних

$$\sigma^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} (x_k - X_0) dF(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} (x_k - \bar{X}_0) f(x) dx. \quad (3.8)$$

Відповідно для середньоквадратичного відхилення:

$$\sigma = \sqrt{\sum_k p(x_k)(x_k - X_0)^2}; \quad (3.9)$$

$$\sigma = \sqrt{\int_{-\infty}^{+\infty} (x_k - \bar{X}_0) f(x) dx}; \quad (3.10)$$

Середньоквадратичне відхилення використовують при розрахунку стандартної помилки середнього арифметичного, при побудові довірчих інтервалів, при статистичній перевірці гіпотез, при вимірі лінійного взаємозв'язку між випадковими величинами. Чим менше σ^2 тим вище точність, менше випадкові похибки вимірювань і однорідніші елементи.

При дослідженні процесів улаштування, експлуатації, поточних та капітальних ремонтів фасадних систем, математичне моделювання використовується для розробки оптимальних організаційно-технологічних рішень за параметром тривалості робіт та оптимізації витрат коштів.

3.2 Визначення впливу параметрів чинників на процес вибору раціональної фасадної системи

Необхідно відмітити, що методологічно згадані в п. 3.1 і інші подібні роботи створюють основу для вирішення оптимізаційних завдань. При цьому алгоритм, зумовлений в них, всякий раз вимагає циклічності дій, що не завжди призводять до виявлення закономірностей. Зміна будь-якого показника залежить від великого числа чинників, але з них лише деякі чинять істотну дію на досліджуваний показник. Доля впливу інших чинників така незначна, що їх ігнорування не може привести до істотних відхилень досліджуваного об'єкту.

Вимоги до сукупності чинників наступні: сумісність і відсутність лінійної кореляції. Вибрана безліч чинників має бути досить повною. Якщо який-небудь істотний чинник пропущений, це приведе до неправильного визначення оптимальних умов або до великої помилки досліду. Як відомо, чинники можуть бути кількісними і якісними [22, 100].

Точність фіксації чинників має бути висока. Міра точності визначається діапазоном зміни чинників. Вибір чинників — відповідальний етап при підготовці до планування експерименту. Від вдалого вибору залежить успіх оптимізації.

Статистичних даних про міру впливу різних чинників на вибір найбільш раціональної фасадної системи з урахуванням ефективності капітальних ремонтів не існує. Тому для вирішення цього завдання нами був використаний метод незалежного опитування фахівців.

Про міру впливу чинників на вибраний параметр оптимізації в наукових джерелах міститься мало інформації. Тому в оцінній практиці часто використовуються експертні оцінки [77], при яких формалізується досвід фахівців, що виражається в їх думках. Об'єктивний опис існуючих точок зору можливий тільки при опитуванні ряду фахівців і використанні статистичного усереднювання. Оскільки фахівці можуть приписувати чинникам ранги, то і при обробці результатів раціонально використати рангові методи [124].

Для проведення оцінювання було відібрано 16 експертів — фахівців в області монолітного будівництва: вчених, ІТР, виконробів і керівників будівельних організацій. Кожен фахівець отримав анкету, де були вказані дані 16 чинників. Для кожного чинника наводилися розмірність, а також межі зміни параметрів, для кращого розуміння значення чинника.

Перелік чинників зумовлений наступним:

1. Вартість 1 м² фасаду. Очевидно, вона має бути мінімальною за рівності інших факторів для мінімізації капіталовкладень при будівництві та збільшення рентабельності втілення проектних рішень.

2. Трудомісткість улаштування фасадної системи в перерахунку на 1 м² фасаду. Даний чинник обумовлює терміни виконання робіт і безпосередньо впливає на тривалість будівництва.

3. Термін служби фасадної системи. Обумовлює кількість періодів експлуатації фасаду до повної заміни протягом всього терміну експлуатації будівлі.

4. Тривалість періоду між поточними ремонтами. Обумовлює частоту виконання поточних ремонтів, безпосередньо впливає на вартість експлуатації фасадної системи та зручність використання всієї будівлі.

5. Тривалість періоду між капітальними ремонтами. Обумовлює частоту виконання капітальних ремонтів, безпосередньо впливає на вартість експлуатації фасадної системи та зручність використання всієї будівлі.

6. Питома трудомісткість та вартість капітального ремонту (в порівнянні з улаштуванням нової фасадної системи). Визначає ефективність виконання капітальних ремонтів в порівнянні з виконанням нової фасадної системи.

7. Наявність технологічних пауз на твердження матеріалів при виконанні робіт. Впливає на мінімальний термін виконання робіт по улаштуванню та/або ремонті фасадної системи.

8. Наявність «мокрих» процесів при виконанні зовнішніх робіт по улаштуванню та/або капітальному ремонті фасадної системи. Обумовлює необхідність виконання відповідних робіт тільки в теплий період року (за температури не менше $+5^{\circ}\text{C}$, для деяких виробників температурний діапазон виконання робіт $+5...+25^{\circ}\text{C}$) та впливає на зручність експлуатації будівлі.

9. Можливість інструментального та візуального обстеження елементів фасадної системи в будь-який період експлуатації. Забезпечує можливість моніторингу стану складових фасадної системи для оцінки ефективності їх використання та послідуєчого проектування оптимального режиму виконання поточних та капітальних ремонтів, термінів міжремонтної експлуатації, тощо.

10. Можливість повторного використання елементів системи при капітальному ремонті. Показує можливість зниження вартості ремонтних робіт за рахунок використання надійних складових елементів фасадної системи при високому показнику їх довговічності. Впливає на матеріалоемність та ефективність використання матеріалів, опосередковано може впливати на забрудненість навколишнього середовища.

11. Світлопрозорість конструкції. Має визначальний вплив для вибору фасадної системи в деяких проектних рішеннях.

12. Можливість миття зовнішнього шару системи. Обумовлює можливість періодичного обслуговування фасадної системи шляхом миття

зовнішнього оздоблювального шару водою та розчинами під тиском з метою покращення естетичних властивостей та збільшення довговічності оздоблювальних елементів внаслідок видалення грибків, мікроорганізмів, тощо.

13. Розрізненість елементів фасаду (ушкодження одного елементу не викликає пошкодження сусідніх) та можливість швидкої заміни окремих елементів. Сприяє зменшенню витрат, пов'язаних з поточним та/або капітальним ремонтом внаслідок мінімізації об'ємів ушкоджень через механічні та/або кліматичні силові впливи. При руйнуванні одного елементу навколишні елементи здатні залишатися цілими, відповідно терміни та вартість ремонтних робіт зменшуються.

14. Можливість розташування кріпильних елементів в середині системи для навішування обладнання, пропуску комунікацій в середині фасадної системи, тощо. Протягом значного терміну експлуатації житлової або громадської будівлі можливі зміни власників, а також функціонального призначення приміщень будівлі і режиму їх експлуатації. Як наслідок, виникає необхідність кріплення додаткового обладнання, в тому числі на фасадну систему, та/або пропуску додаткових комунікацій крізь елементи фасаду. Тому потрібно враховувати можливість виконання даних рішень.

15. Можливість підвищення енергоефективності фасадної системи шляхом заміни елементів на нові, при збереженні певної частини системи. У зв'язку з мінливістю клімату, а також зміни функціонального і кліматичного режиму експлуатації внутрішніх приміщень бажано забезпечувати функціональну можливість збільшення товщини утеплювача при мінімальних працевитратах (наприклад, під час виконання найближчого капітального ремонту) або шляхом заміни модульних елементів фасадної системи.

16. Можливість адаптації системи до зміни зовнішніх факторів шляхом внесення незначних змін до конструкції (збільшення повітряного

прошарку, додавання пароізоляційної мембрани, наклеювання захисної плівки на скло, тощо). Оскільки житлові і громадські будівлі в більшості мають тривалий термін експлуатації (до 100 років), можлива поява неспецифічних зовнішніх та внутрішніх впливів. Відповідно необхідно забезпечувати можливість внесення змін до існуючої фасадної системи або її окремих частин і надання нових відповідних властивостей і якостей. Показовим прикладом є системи фасадного остеклення, коли виробниками пропонується значна кількість систем модульних склопакетів, яким за рахунок обробки скла, зміни кількості камер у складі склопакету можливе надання специфічних властивостей (зменшення пропускання ультрафіолетового випромінювання, покращення стійкості до абразивної дії пилу та вітру, бронювання, зміна відтінку при забезпеченні прозорості, улаштування однонаправленої прозорості, тощо).

Перелік чинників з одиницями виміру та межами зміни параметрів приведений в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Чинники, що впливають на вибір раціональної фасадної системи

№	Чинники	Розмірність	Межі зміни	Ранг
1	2	3	4	5
1	Вартість 1 м ² фасаду	грн	700-8000	
2	Трудомісткість улаштування фасадної системи в перерахунку на 1 м ² фасаду	люд.-год	1,6-10,0	
3	Термін служби фасадної системи	років	20-100	
4	Тривалість періоду між поточними ремонтами	років	7-30	
5	Тривалість періоду між капітальними ремонтами	років	15-40	
6	Питома трудомісткість та вартість капітального ремонту (в порівнянні з улаштуванням нової фасадної системи);	%	60-130	

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5
7	Наявність технологічних пауз на твердження матеріалів при виконанні робіт	-	Так/ні	
8	Наявність «мокрих» процесів при виконанні зовнішніх робіт	-	Так/ні	
9	Можливість інструментального та візуального обстеження елементів фасадної системи в будь-який період експлуатації	-	Так/ні	
10	Можливість повторного використання елементів системи при капітальному ремонті	-	Так/ні	
11	Світлопрозорість конструкції	-	Так/ні	
12	Можливість миття зовнішнього шару системи	-	Так/ні	
13	Розрізненість елементів фасаду (ушкодження одного елемента не викликає пошкодження сусідніх) та можливість швидкої заміни окремих елементів	-	Так/ні	
14	Можливість розташування кріпильних елементів в середині системи для навішування обладнання, тощо	-	Так/ні	
15	Можливість підвищення енергоефективності фасадної системи шляхом заміни елементів на нові, при збереженні певної частини системи	-	Так/ні	
16	Можливість адаптації системи до зміни кліматичних факторів шляхом внесення незначних змін до конструкції (збільшення повітряного прошарку, додавання пароізоляційної мембрани, наклеювання захисної плівки на скло, тощо)	-	Так/ні	

3.3 Ранжування впливу організаційно-технологічних чинників на параметри процесу вибору раціональної фасадної системи

На підставі даних анкетного опитування була складена звідна матриця рангів (таблиця. 3.2). До звідної матриці рангів увійшли усі 16 чинників, запропонованих експертам для проведення оцінки. Жоден з експертів не додав свій власний чинник, що свідчить про повне і загальне охоплення параметрів.

Таблиця 3.2 – Звідна матриця рангів.

Експерти № п.п.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1	2	1	13	10	13	9	12	1	13	5	1	1	1	1	1
2	15	15	2	1	7	12	1	11	9	9	1	8	4	7	3	5
3	2	1	3	11	6	6	4	3	5	10	3	2	3	4	2	2
4	6	3	5	2	8	7	5	4	6	11	2	6	10	6	5	3
5	7	4	4	12	9	8	6	5	7	12	4	7	11	5	4	4
6	8	9	6	3	11	11	13	10	8	14	6	11	9	14	13	10
7	13	10	7	15	12	5	3	13	16	15	16	12	16	3	7	9
8	9	11	8	4	13	4	2	14	15	16	7	9	5	2	6	8
9	10	12	9	5	2	10	12	8	4	3	8	15	12	16	11	11
10	14	13	10	14	14	14	14	16	14	6	15	16	13	15	12	7
11	3	5	16	6	1	1	7	1	2	4	13	13	15	8	8	12
12	16	8	12	8	16	16	8	2	3	5	14	14	14	9	16	13
13	11	6	11	7	3	3	11	6	10	2	10	3	2	11	10	6
14	12	7	14	9	15	15	10	15	11	8	9	5	7	10	15	15
15	4	14	13	10	4	2	15	7	12	1	11	4	8	12	14	16
16	5	16	15	16	5	9	16	9	13	7	12	10	6	13	9	14

Середню суму рангів S [4] можна обчислити за формулою (3.11):

$$S = \frac{1}{2}n(m + 1). \quad (3.11)$$

Де $n = 16$ (загальне число експертів в групі), $m = 16$ (число чинників).

Отримано середню суму рангів $S=136$.

Далі по кожному чиннику знайдено відхилення d і квадрат відхилення d^2 суми рангів кожного чинника від середньої суми рангів за формулою (3.12):

$$d = S_j - S; \quad (3.12)$$

Матриця рангів з відхиленнями показана в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Матриця рангів

Чинники / Експерти	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Сума рангів	d	d ²
x ₁	1	2	1	13	10	13	9	12	1	13	5	1	1	1	1	1	85	-51	2601
x ₂	15	15	2	1	7	12	1	11	9	9	1	8	4	7	3	5	110	-26	676
x ₃	2	1	3	11	6	6	4	3	5	10	3	2	3	4	2	2	67	-69	4761
x ₄	6	3	5	2	8	7	5	4	6	11	2	6	10	6	5	3	89	-47	2209
x ₅	7	4	4	12	9	8	6	5	7	12	4	7	11	5	4	4	109	-27	729
x ₆	8	9	6	3	11	11	13	10	8	14	6	11	9	14	13	10	156	20	400
x ₇	13	10	7	15	12	5	3	13	16	15	16	12	16	3	7	9	172	36	1296
x ₈	9	11	8	4	13	4	2	14	15	16	7	9	5	2	6	8	133	-3	9
x ₉	10	12	9	5	2	10	12	8	4	3	8	15	12	16	11	11	148	12	144
x ₁₀	14	13	10	14	14	14	14	16	14	6	15	16	13	15	12	7	207	71	5041
x ₁₁	3	5	16	6	1	1	7	1	2	4	13	13	15	8	8	12	115	-21	441
x ₁₂	16	8	12	8	16	16	8	2	3	5	14	14	14	9	16	13	174	38	1444
x ₁₃	11	6	11	7	3	3	11	6	10	2	10	3	2	11	10	6	112	-24	576
x ₁₄	12	7	14	9	15	15	10	15	11	8	9	5	7	10	15	15	177	41	1681
x ₁₅	4	14	13	10	4	2	15	7	12	1	11	4	8	12	14	16	147	11	121
x ₁₆	5	16	15	16	5	9	16	9	13	7	12	10	6	13	9	14	175	39	1521
Σ	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	2176		23650

Суми по стовпцях матриці рівні між собою і контрольною сумою, отже, матриця складена правильно.

Для зручного сприйняття чинники розташовані за значимістю (таблиця 3.4):

Таблиця 3.4 – Розташування чинників за значимістю

Чинники	x ₃	x ₁	x ₄	x ₅	x ₂	x ₁₃	x ₁₁	x ₈	x ₁₅	x ₉	x ₆	x ₇	x ₁₂	x ₁₆	x ₁₄	x ₁₀
Сума рангів	67	85	89	109	110	112	115	133	147	148	156	172	174	175	177	207

Виконано оцінку середньої міри узгодженості думок усіх експертів. Для цього розраховано коефіцієнт конкордації за наступною формулою (3.13):

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3-n)}, \quad (3.13)$$

де $S=23650$ – сума рангів, присвоєних усіма експертами;

$n=16$ – кількість факторів до ранжування;

$m=16$ – кількість експертів

$$W = \frac{12 \cdot 23650}{16^2(16^3-16)} = 0,272 \quad (3.14)$$

$W=0,272$ говорить про наявність слабкої міри узгодженості між думками експертів. Це пояснюється різною спеціалізацією експертів в області будівництва, різним досвідом роботи, займаною посадою та ін.

Виконано оцінку значимості коефіцієнта конкордації. Для цього обчислено критерій узгодження Пірсона (3.15, 3.16) :

$$\chi^2 = \frac{12S}{mn(n+1)} = n(m-1)W, \quad (3.15)$$

$$\chi^2 = 16(16+1)0,272 = 65,21. \quad (3.16)$$

Вчислений χ^2 порівняємо з табличним значенням для числа ступенів свободи $K = n - 1 = 16-1 = 15$ і при заданому рівні значущості $\alpha = 0,05$.

Оскільки χ^2 розрахунковий $65,21 >$ табличного $(22,36203)$, то $W = 0,272$ – величина не випадкова, з надійністю $0,95$ можна говорити про те, що думки експертів є погодженими, а тому отримані результати мають сенс і можуть використовуватися в подальших дослідженнях.

На основі отримання суми рангів (таблиця 3.4) обчислено показники значимості розглянутих параметрів. Матрицю опитування перетворено в матрицю перетворених рангів за формулою (3.17):

$$s_{ij} = x_{max} - x_{ij}, \quad (3.17)$$

де $x_{max} = 16$. Матриця перетворених рангів показана в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Матриця перетворених рангів

№ п.п. / Експерти	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Σ	Вага λ
1	15	14	15	3	6	3	7	4	15	3	11	15	15	15	15	15	171	0.08906
2	1	1	14	15	9	4	15	5	7	7	15	8	12	9	13	11	146	0.07604
3	14	15	13	5	10	10	12	13	11	6	13	14	13	12	14	14	189	0.09844
4	10	13	11	14	8	9	11	12	10	5	14	10	6	10	11	13	167	0.08698
5	9	12	12	4	7	8	10	11	9	4	12	9	5	11	12	12	147	0.07656
6	8	7	10	13	5	5	3	6	8	2	10	5	7	2	3	6	100	0.05208
7	3	6	9	1	4	11	13	3	0	1	0	4	0	13	9	7	84	0.04375
8	7	5	8	12	3	12	14	2	1	0	9	7	11	14	10	8	123	0.06406
9	6	4	7	11	14	6	4	8	12	13	8	1	4	0	5	5	108	0.05625
10	2	3	6	2	2	2	2	0	2	10	1	0	3	1	4	9	49	0.02552
11	13	11	0	10	15	15	9	15	14	12	3	3	1	8	8	4	141	0.07344
12	0	8	4	8	0	0	8	14	13	11	2	2	2	7	0	3	82	0.04271
13	5	10	5	9	13	13	5	10	6	14	6	13	14	5	6	10	144	0.075
14	4	9	2	7	1	1	6	1	5	8	7	11	9	6	1	1	79	0.04115
15	12	2	3	6	12	14	1	9	4	15	5	12	8	4	2	0	109	0.05677
16	11	0	1	0	11	7	0	7	3	9	4	6	10	3	7	2	81	0.04219
Разом																	1920	1

Тепер перетворимо початкову таблицю для експертного оцінювання значущості чинників, що впливають на вибір оптимального способу з'єднання арматури, з урахуванням перетворених рангів. Для цього в початкову таблицю проставимо підсумкові перетворені ранги для кожного чинника (таблиця 3.5). Після цього відсортуємо чинники за значенням рангу, від більшого до меншого. Таким чином отримаємо перелік ранжированих чинників, де порядковий номер чинника визначає міру його важливості при виборі оптимального способу з'єднання арматури за об'єднаною думкою експертів (таблиця. 3.6).

За результатами побудованої таблиці можна зробити висновок, що як найбільш суттєві визначені наступні чинники:

1 — термін служби фасадної системи ($s=0,09844$), 2 — вартість 1 м^2 фасаду ($s=0,08906$), 3 — тривалість періоду між поточними ремонтами ($s=0,08698$) та 4 - тривалість періоду між капітальними ремонтами

($s=0,07656$), 5 — трудомісткість улаштування фасадної системи в перерахунку на 1 м^2 фасаду ($s=0,07604$) та 6 – розрізненість елементів фасаду (ушкодження одного елемента не викликає пошкодження сусідніх) та можливість швидкої заміни окремих елементів ($s=0,075$). Очевидно, що при виборі фасадної системи замовники, проектувальники та підрядники в першу чергу орієнтуються на термін служби, вартість фасаду та тривалість безремонтної експлуатації.

Такі чинники, як розрізненість елементів фасаду ($s=0,075$), світлопрозорість конструкції ($s=0,7344$), наявність «мокрих» процесів при виконанні зовнішніх робіт ($s=0,06406$), можливість підвищення енергоефективності фасадної системи шляхом заміни елементів на нові, при збереженні частки системи ($s=0,05677$), можливість інструментального та візуального обстеження елементів фасадної системи ($s=0,05625$), а також питома трудомісткість та вартість капітального ремонту фасадної системи ($s=0,5208$) мають менше значення. Проте для деяких будівель, в залежності від призначення, типу, кліматичних умов та додаткових місцевих факторів, дані чинники можуть мати визначний вклад на процес вибору раціональної фасадної системи. Тому на них обов'язково потрібно звертати увагу та ретельно визначати необхідні параметри для об'єктивного вибору.

Найменше значення мають чинники, такі як наявність технологічних пауз на твердження матеріалів при виконанні робіт ($s=0,04375$), можливість миття зовнішнього шару системи ($s=0,04219$), Можливість адаптації системи до зміни кліматичних факторів шляхом внесення незначних змін до конструкції ($s=0,04219$), можливість розташування кріпильних елементів в середині системи для навішування обладнання ($s=0,04115$), можливість повторного використання елементів системи при капітальному ремонті ($s=0,02552$). Очевидно, що сучасні фасадні системи достатньо пристосовані до зручності монтажу та експлуатації, тому дані чинники не мають вирішального впливу на процес вибору раціонального фасаду.

Потрібно тільки звертати на них увагу для випадків унікального обладнання або нетипових умов експлуатації огорожувальних конструкцій будівлі.

Таблиця 3.6 – Значимість чинників, що впливають на вибір раціональної фасадної системи

1	Термін служби фасадної системи	0,09844
2	Вартість 1 м ² фасаду	0,08906
3	Тривалість періоду між поточними ремонтами	0,08698
4	Тривалість періоду між капітальними ремонтами	0,07656
5	Трудомісткість улаштування фасадної системи в перерахунку на 1 м ² фасаду	0,07604
6	Розрізненість елементів фасаду (ушкодження одного елемента не викликає пошкодження сусідніх) та можливість швидкої заміни окремих елементів	0,075
7	Світлопрозорість конструкції	0,07344
8	Наявність «мокрих» процесів при виконанні зовнішніх робіт	0,06406
9	Можливість підвищення енергоефективності фасадної системи шляхом заміни елементів на нові, при збереженні певної частини системи	0,05677
10	Можливість інструментального та візуального обстеження елементів фасадної системи в будь-який період експлуатації	0,05625
11	Питома трудомісткість та вартість капітального ремонту (в порівнянні з улаштуванням нової фасадної системи);	0,05208
12	Наявність технологічних пауз на твердження матеріалів при виконанні робіт	0,04375
13	Можливість миття зовнішнього шару системи	0,04271
14	Можливість адаптації системи до зміни кліматичних факторів шляхом внесення незначних змін до конструкції (збільшення повітряного прошарку, додавання пароізоляційної мембрани, наклеювання захисної плівки на скло, тощо)	0,04219
15	Можливість розташування кріпильних елементів в середині системи для навішування обладнання, тощо	0,04115
16	Можливість повторного використання елементів системи при капітальному ремонті	0,02552

3.4. Розробка імітаційної моделі

Імітаційне моделювання – частковий випадок математичного

моделювання. Існує клас об'єктів, для яких з різноманітних причин не розроблені аналітичні моделі, або не розроблені методи обчислення отриманих моделей. В цьому випадку аналітична модель замінюється імітатором або імітаційною моделлю [57].

Мета імітаційного моделювання полягає у відтворенні поведінки дослідженої системи на основі результатів аналізу найбільш істотних взаємозв'язків між її елементами.

Дослідження виконувались на основі 15 спостережень, що виконувались під час практичної діяльності в умовах діючих проектних організацій на території України. Було проаналізовано по 5 випадків використання сучасних фасадних систем кожного виду – систем «мокрого» фасаду, вентиляваного та скляного фасадів – з фіксацією параметрів.

Багатофакторну модель будуюмо по отриманих в розділі 3.3 даним. Для моделювання прийнято найбільш важливі 7 факторів, впливаючих на вибір раціональної фасадної системи. Під час досліджень виконувалась фіксація вартості кожної фасадної системи в перерахунок на 1 м^2 , та виконувались інші заміри параметрів значень кожного фактору. Вихідні дані представлені у табл. 3.7.

Для нечислових факторів (розрізність елементів фасаду, світлопрозорість елементів фасаду) значення були замінені на бінарні числові (1 або 0).

В основі кореляційно-регресійного аналізу лежить гіпотеза про те, що залежність між значеннями факторної ознаки та умовними середніми значеннями результуючої ознаки може бути представлена у вигляді функції $y = f(x)$, яку називають рівнянням регресії [53].

Модель множинної лінійної регресії є добре відомою моделлю статистичного аналізу.

Передбачається, що залежність величини y від кінцевого числа факторів $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ має лінійний вигляд (3.18):

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots + b_nx_n \quad (3.18);$$

де залежні значення y є функцією незалежного значення x , значення b – коефіцієнти, що відповідають кожній незалежній змінній, x , а – деякі постійні.

Параметри регресії оцінюють в припущенні адекватності регресійного зв'язку спостережних даних. Перевірити дану гіпотезу можливо за допомогою коефіцієнта детермінації R^2 (%). Чим ближче коефіцієнт R^2 до 1, тим більш адекватна регресійна модель.

Розглянемо множинну лінійну регресію. Для оцінки організаційно-технологічних параметрів виконаний кореляційно-регресійний аналіз на основі значень змінних $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$ (табл. 3.6). В якості результуючого показника прийнято вартість улаштування фасадної системи y .

Залежність між факторами та результуючими показниками досліджувалась на ПЕОМ за допомогою пакета аналізатора табличного процесора Excel 2010 v. 14.0.7151.5001 та були отримані дані кореляційного та регресійного аналізу (табл. 3.7, 3.8).

Якісна оцінка показників тісноти зв'язку була виконана за допомогою шкали Чеддока.

Таблиця 3.6 – Значення показників для побудови імітаційної моделі

Вид фасаду	Вартість 1 м ² , грн	Термін служби, років	Тривалість періоду між поточними ремонтами, років	Тривалість періоду між капітальними ремонтами, років	Трудомісткість улаштування 1 м ² , люд.год	Розрізність елементів фасаду	Світлопрозорість елементів фасаду
	y	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆
Мокрий	850	15	3	7	8	0	0
	870	15	3	7	7,6	0	0
	940	15	3	7	8,4	0	0
	1000	15	3	7	8,9	0	0
	910	15	3	7	9,1	0	0
Вентильований	1500	50	10	20	3,5	1	0
	1800	50	10	20	4	1	0
	1950	50	10	20	4,2	1	0
	1700	50	10	20	4,1	1	0
	1620	50	10	20	3,8	1	0
Скляний	8000	100	20	50	0,8	1	1
	7200	100	20	45	0,7	1	1
	8200	100	20	50	0,85	1	1
	7600	100	20	40	0,9	1	1
	12500	100	20	50	0,65	1	1

Таблиця 3.7 – Кореляційна таблиця

	y	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅
y	1					
x ₁	0.901513	1				
x ₂	0.901513	1	1			
x ₃	0.938413	0.98579	0.98579	1		
x ₄	-0.82325	-0.97528	-0.97528	-0.94387	1	
x ₅	0.55118	0.810885	0.810885	0.742731	-0.89695	1
	0.948291	0.912245	0.912245	0.938924	-0.81541	0.5

Таблиця 3.8 – Регресійний аналіз

Регресійна статистика	Значення параметру
Множинний R	0.963497959
R-квадрат	0.928328318
Нормований R-квадрат	0.699659645
Стандартна похибка	1203.87354
Спостереження	15

Таблиця 3.9 – Дисперсійний аналіз

	df	SS	MS	F	Значимість F
Регресія	6	187722245	31287041	32.38127984	3.44087E-05
Залишок	10	14493115	1449312		
Сума	16	202215360			

Таблиця 3.10 – Кореляційний аналіз

	Коефіцієнти	Стандартна похибка	t-статистика	P-Значення	Нижні 95%	Верхні 95%	Нижні 95.0%	Верхні 95.0%
Y-перетин	-1105.425	7600.26	-0.145	0.887	-18039.86	15829.01	-18039.86	15829.01
Змінна x ₁	16.045	90.13	0.178	0.862	-184.78	216.87	-184.78	216.87
Змінна x ₂	0	0	65535	-	0	0	0	0
Змінна x ₃	231.25	134.60	1.718	-	-68.65	531.15	-68.65	531.15
Змінна x ₄	20	851.27	0.0235	0.982	-1876.74	1916.74	-1876.74	1916.74
Змінна x ₅	-2687.825	2125.14	-1.265	0.235	-7422.94	2047.29	-7422.94	2047.29
Змінна x ₆	0	0	65535	-	0	0	0	0

Для зручності сприйняття параметри останньої таблиці були округлені до значущих 3 (t-статистика, P-Значення) або 2 (коефіцієнти, нижні 95%, верхні 95%, нижні 95.0%, Верхні 95.0%) знаків після коми.

Таблиця 3.11 –Спостережні значення t для кожної з незалежних змінних

Змінна	Спостережене t-значення
x_1 – Термін служби, років	16,045/90,13=0,178
x_2 – Тривалість періоду між поточними ремонтами, років	Не існує (ділення на 0)
x_3 – Тривалість періоду між капітальними ремонтами, років	231,25/134,60=1,718
x_4 – Трудомісткість улаштування 1 м ² , люд.год	20/851,27=0,023
x_5 – Розрізність елементів фасаду	-2687,825/2125,14=-1,265
x_6 – Світлопрозорість елементів фасаду	Не існує (ділення на 0)

Гіпотеза про статистичну значимість коефіцієнтів регресії показує, що коефіцієнти при змінних x_1 , x_3 , x_4 та x_5 (термін служби, тривалість періоду між капітальними ремонтами, трудомісткість улаштування 1 м² фасаду, розрізність елементів фасаду) виявились статистично значущими. Змінні x_2 та x_6 (тривалість періоду між поточними ремонтами та світлопрозорість елементів фасаду) не впливають на критерій оптимізації, тому вони виключаються з рівняння регресії.

Таким чином, отримана наступна імітаційна модель:

$$y(x) = -1105,425 + 16,045x_1 + 231,25x_3 + 20x_4 - 2687,825x_5 \quad (3.19);$$

Коефіцієнти кореляції:

$$R_{yx_1} = 0,90; R_{yx_3} = 0,93; R_{yx_4} = -0,82; R_{yx_5} = 0,55 \quad (3.20)$$

Перевірка рівняння регресії підтвердила адекватність побудованої моделі (коефіцієнт детермінації дорівнює 0,96). Запропонована модель дає можливість виконувати керування факторами, які впливають на

результуючий показник.

Висновки по розділу 3

1. На підставі експертного оцінювання важливості чинників, що впливають на вибір раціональної фасадної системи встановлено :

- найбільше значення мають чинники, що обумовлюють термін служби фасадної системи, вартість її улаштування, трудомісткість улаштування фасадної системи та тривалість міжремонтних періодів. Спостерігається зацікавленість учасників будівельного процесу в зменшенні тривалості виконання робіт та підвищенні термінів безвідмовної експлуатації, навіть шляхом збільшення вартості улаштування фасадної системи;

- менше значення мають взаємовиключні чинники - розрізненість елементів фасаду, світлопрозорість елементів, наявність «мокрих» процесів при виконанні робіт. Також експерти зацікавлені в підвищенні енергоефективності фасадної системи, обстеженні її поточного стану, а також можливості миття зовнішнього шару фасаду для підвищення естетичних властивостей;

- найменше значення мають чинники, які забезпечують адаптацію конструкцій фасадної системи до зміни кліматичних факторів, а також повторного використання окремих елементів системи.

2. Незважаючи на різну спеціалізацію експертів, що брали участь в опитуванні, значення критерію узгодженості Пірсона $\chi^2 = 65,21$ показує, що думки експертів є погодженими, а тому отримані результати мають сенс і можуть використовуватися в подальших дослідженнях.

3. За результатами кореляційно-регресійного аналізу отримана імітаційна модель виду $-1105,425 + 16,045x_1 + 231,25x_3 + 20x_4 - 2687,825x_5$ при коефіцієнтах кореляції $R_{yx_1} = 0,90$; $R_{yx_3} = 0,93$;

$R_{yx_4} = -0,82$; $R_{yx_5} = 0,55$. За значенням коефіцієнту детермінації 0,96 встановлено адекватність моделі та її придатність до подальшого використання в розрахунку прогнозованої вартості улаштування та експлуатації фасадних систем відповідно до технічних та організаційно-технологічних параметрів об'єктів будівництва.

4. Основні наукові результати опубліковані в працях автора [67, 86].

РОЗДІЛ 4

ОЦІНКА РОЗРОБЛЕНИХ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ І ОБГРУНТУВАННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Основні положення перспективного «Технологічного регламенту вибору раціональної фасадної системи»

З метою апробації результатів ранжування факторів, що впливають на вибір раціональних фасадних систем багатопверхових житлових та громадських будівель, а також показників кореляційно-регресійного аналізу, необхідно створити технологічний регламент вибору такої системи. Він повинен бути адаптованим до застосування основними учасниками будівельного процесу – замовником, проектувальником та підрядником – та має надавати змогу виконання якісного та об'єктивного порівняння можливих до використання на конкретному об'єкті будівництва фасадних систем.

За результатом ранжування факторів встановлено, що експерти з різних областей будівництва достатньо єдині між собою в оцінці чинників. Оскільки серед факторів, притаманних різним фасадним системам, є як якісні, так і кількісні показники, в тому числі взаємовиключні, класичний алгоритм вибору типу блок-схеми буде неефективним. Тому раціональним буде створення комплексної методики, яка шляхом проходження нескладного алгоритму визначить найбільш раціональну фасадну систему за сукупною кількістю показників.

Пропонується наступна послідовність дій з вибору раціональної фасадної системи для об'єкту будівництва:

1. Оцінюється кожен чинник залежно від значення чинника, умов виконання робіт та подальшої експлуатації об'єкту будівництва. При

цьому найбільш раціональні значення чинників підкреслюються;

2. Обирається фасадна система, колонка якої має найбільшу кількість позначок чинників. Саме ця фасадна система і буде найбільш раціональною для використання в конкретному проекті. У разі, якщо декілька фасадних систем мають однакове (близьке) число позначок, відкидаються невідповідні системи, після чого оцінка повторюється;

3. У разі відсутності в прогнозованій найбільш раціональній фасадній системі обраних взаємовиключних чинників оцінка повторюється з урахуванням цих чинників, або ж приймається рішення щодо вибору відповідної системи;

4. Після вибору найбільш раціональної фасадної системи всіма учасниками будівництва виконується її оцінка на предмет узгодженості результатів та можливості застосування до конкретного об'єкту будівництва. У випадку значної розбіжності результатів виконується сумісна відкрита нарада з метою обґрунтування кожного з факторів вибору раціональних фасадних систем та знаходження найбільш придатної до конкретних умов будівництва та експлуатації;

5. Учасники будівельного процесу приступають до реалізації застосування обраної найбільш раціональної фасадної системи в об'єкт будівництва.

Приклад алгоритму вибору раціональної фасадної системи вказаний на рис. 4.1. В даному алгоритмі користувач послідовно підкреслює (або позначає іншим методом) значення факторів, яким має відповідати раціональна фасадна система об'єкту будівництва. У випадку, якщо декілька видів фасадних систем мають однакове значення фактора, підкреслюються всі варіанти. В другій частині алгоритму виділяються значення взаємовиключних показників. Після чого обирається фасадна система з найбільшою кількістю обраних факторів.

Якщо вибір неоднозначний відносно взаємовиключних факторів, окремо розглядається кожен з них для визначення можливості зміни (за

необхідності) з метою однозначного вибору найбільш раціональної фасадної системи для конкретних умов і конкретного об'єкту будівництва. На рис. 4.2 показаний приклад вибору раціональної фасадної системи за наведеним вище алгоритмом.

Кількісні показники	Вартість 1 м ² фасаду, грн		
	700	1500	8000
	Трудомісткість улаштування 1 м ² фасадної системи, люд.-год.		
	10	4	1,6
	Термін служби фасадної системи, років		
	20	50	100
	Тривалість періоду між поточними ремонтами, років		
	5	20	30
	Тривалість періоду між капітальними ремонтами, років		
	15	30	50
Питома трудомісткість та вартість капітального ремонту відносно нової системи			
130%	80%	50%	
Якісні взаємовиключні показники	Наявність технологічних пауз на твердження матеріалів при виконанні робіт		
	Так	Ні	Ні
	Наявність «мокрих процесів» при виконанні зовнішніх робіт		
	Так	Ні	Ні
	Можливість візуального та інструментального обстеження елементів системи		
	Ні	Так	Так
	Можливість повторного використання елементів системи при ремонті		
	Ні	Так	Так
	Світлопрозорість системи		
	Ні	Ні	Так
	Можливість миття зовнішнього шару системи		
	Ні	Так	Так
	Розрізненість елементів фасадної системи		
	Ні	Так	Так
	Можливість навішування обладнання, розташування кріпильних елементів		
Ні	Так	Ні	
Підвищення енергоефективності шляхом заміни модульних елементів			
Ні	Можливо	Так	
Можливість адаптації системи до нових чинників шляхом внесення незначних змін до конструкції			
Ні	Так	Так	
Результуюча система			
«Мокрий» фасад	Вентильований фасад	Скляний фасад	

Рисунок 4.1 – Алгоритм вибору раціональної фасадної системи

Кількісні показники	Вартість 1 м ² фасаду, грн		
	700	1500	8000
	Трудомісткість улаштування 1 м ² фасадної системи, люд.-год.		
	10	4	1,6
	Термін служби фасадної системи, років		
	20	50	100
	Тривалість періоду між поточними ремонтами, років		
	5	20	30
	Тривалість періоду між капітальними ремонтами, років		
	15	30	50
Якісні взаємовиключні показники	Питома трудомісткість та вартість капітального ремонту відносно нової системи		
	130%	80%	50%
	Наявність технологічних пауз на твердження матеріалів при виконанні робіт		
	Так	Ні	Ні
	Наявність «мокрих процесів» при виконанні зовнішніх робіт		
	Так	Ні	Ні
	Можливість візуального та інструментального обстеження елементів системи		
	Ні	Так	Так
	Можливість повторного використання елементів системи при ремонті		
	Ні	Так	Так
	Світлопрозорість системи		
	Ні	Ні	Так
	Можливість миття зовнішнього шару системи		
	Ні	Так	Так
	Розрізненість елементів фасадної системи		
	Ні	Так	Так
	Можливість навішування обладнання, розташування кріпильних елементів		
	Ні	Так	Ні
	Підвищення енергоефективності шляхом заміни модульних елементів		
	Ні	Можливо	Так
Можливість адаптації системи до нових чинників шляхом внесення незначних змін до конструкції			
Ні	Так	Так	
Результуюча система			
«Мокрий» фасад	Вентильований фасад	Скляний фасад	

Рис. 4.2 – Заповнений алгоритм вибору раціональної фасадної системи

Очевидно, що на етапі вибору значень факторів найбільш раціональною здавалась система скляного фасаду. Проте значення фактору

«вартість улаштування 1 м² фасаду» завелика відповідно до вимог замовника. Крім того, замовнику в даному прикладі потрібна непрозора фасадна система. Оскільки можливо було зменшити міжремонтні періоди та загальний термін експлуатації фасадної системи, з урахуванням доцільної вартості улаштування 1500 грн/м² обрана найбільш раціональна фасадна система для конкретного об'єкту – фасадна система з вентиляльованим повітряним прошарком, так звана система «вентилюваний фасад».

4.2 Конструктивно-технологічні пропозиції щодо підвищення надійності, енергоефективності та економічності довготривалої експлуатації систем зовнішньої теплоізоляції будівель

За результатом аналізу поточного стану фасадних систем, що застосовуються на території України, а також витрат на збереження тепловологісного режиму експлуатації приміщень будівлі в залежності від ефективності систем зовнішньої теплоізоляції багатоповерхових будівель житлового та громадського призначення встановлена необхідність вживання наступних конструктивно-технологічних заходів:

1. Вибір фасадної системи з урахуванням подальшого призначення будівлі, в тому числі для приміщень різного призначення у складі багатофункціональних комплексів. Існує проблема, коли при прогнозуванні тривалості, періодичності та часі проведення ремонтних робіт для фасадних систем не враховується призначення приміщень будівлі. За рахунок проведення таких робіт в період найбільшої завантаженості будівлі та неминусового створення обмеженості доступності будівлі для відвідувачів спостерігається зменшення ефективності експлуатації приміщень, і як наслідок – прибутку власника будівлі. Причому для багатьох будівель (торгово-розважальні центри, спортивні зали, будівлі культурно-розважальної спрямованості), для яких характерна

суттєва зміна середньої кількості відвідувачів протягом року та сезонна змінність інтенсивності роботи, збитки від недоцільності планування комплексу ремонтних робіт можуть значно перевищувати вартість поточного або капітального ремонту фасадної системи взагалі. Для таких будівель вирішенням вказаної проблеми може бути перенесення ремонтних робіт на відповідний період найменшої інтенсивності експлуатації, можливо навіть зі зменшенням міжремонтного періоду в межах календарного року, для заощадження коштів. Очевидно, це можливе тільки за умови вибору відповідної фасадної системи з підвищеним терміном міжремонтної експлуатації, для якої характерне зменшення трудомісткості ремонтних робіт та відсутність прив'язки виконання робіт до сезонів року;

2. **Обов'язковий всебічний моніторинг ефективності систем зовнішньої теплоізоляції будівель у складі фасадів.** Насьогодні існує проблема оцінки стану огорожувальних конструкцій будівель відносно теплоізоляційних властивостей. В умовах необхідності суттєвого заощадження витрат енергоносіїв, в тому числі на опалення або кондиціонування внутрішніх приміщень будівель, всебічний моніторинг часто замінюється тільки дослідженням втрат тепла шляхом тепловізійного моніторингу огорожувальної конструкції. При цьому встановлюється тільки сам факт зменшення ефективності фасадної системи або виходу теплоізоляції з ладу, без визначення причин такого стану та прогнозування ефективності ремонтних робіт. Причому тепловізійний моніторинг ефективний тільки за умови значної різниці температур зовнішнього середовища та внутрішніх приміщень будівлі. В результаті неналежний стан відповідних елементів фасадної системи встановлюється взимку, а ремонтні роботи можна почати тільки навесні, при збільшенні температури повітря. Як наслідок, продовжується експлуатація фасадної системи неналежної якості протягом всього опалювального сезону, що призводить до значних витрат на опалення. Очевидно, виконання всебічного

моніторингу шляхом лабораторних досліджень окремих елементів фасаду в теплу пору року має забезпечити виконання ремонтних робіт перед початком опалювального сезону, що призведе до значного заощадження коштів.

3. Характерною проблемою залишається вибір фасадних систем для капітального ремонту будівель без урахування спроможності всебічного моніторингу стану елементів системи. Відповідно відсутня можливість прогнозування ефективності роботи утеплювача у складі конструкції фасаду в конкретних унікальних умовах експлуатації кожної будівлі, зокрема для систем мокрого фасаду. Адже будь-яке дослідження поточного стану елементів фасаду потребує руйнування вищерозташованих шарів з послідуочим виконанням робіт з відновлення системи. Очевидна доцільність використання фасадних систем з вентиляваним повітряним прошарком, особливістю яких є можливість в будь-який час швидко демонтувати зовнішній оздоблювальний шар, виконати дослідження поточного стану всіх складових системи, з послідуочим відновленням оздоблювального шару шляхом повторного монтажу використаних елементів. В результаті роботи займають мінімальний час, теплоізоляційні та естетичні властивості фасаду не порушуються, а достовірність прогнозування

4. Прогнозування енергоефективності фасадних систем в умовах експлуатації конкретної будівлі. В практиці проектування та експлуатації сучасних багатофункціональних комплексів громадсько-житлового призначення встановлено, що умови експлуатації будівель навіть в одному кліматичному регіоні досить різні. Характерний вплив має розташування будівлі з урахуванням висотного та географічного положення, розташування відносно основних вітрових потоків, особливостей призначення внутрішніх приміщень будівлі, тощо. Додатковий вплив може мати завантаженість транспортних шляхів навколо об'єкту будівництва, наявність поблизу водоймищ, річок, ярів, додаткових елементів, які

можуть викликати зміну температурно-вологісних параметрів експлуатації будівлі. Очевидно, що на етапі проектування будівлі важко визначити вплив вказаних факторів на особливості експлуатації теплоізоляційних шарів у складі фасадної системи. Тому необхідно застосовувати фасадні системи, які дозволяють виконання оцінки поточного стану всіх складових в будь-який період експлуатації, для можливості їх зміни і застосування більш ефективних елементів під час найближчого капітального ремонту. Причому зміна основних елементів фасадної системи з урахуванням особливостей конкретного об'єкту може привести до збільшення її ефективності у відповідних умовах, і як наслідок – збільшення тривалості міжремонтного періоду і значного заощадження коштів.

Дані конструктивно-технологічні пропозиції не є всеохоплюючими. Проте вони мають забезпечити більш тривалу, економічно доцільну та ефективну безвідмовну експлуатацію раціонально підбраної фасадної системи відповідно до особливостей конкретного об'єкту будівництва. Проте необхідні додаткові дослідження щодо визначення відповідних параметрів для підвищення ефективності сучасних фасадних систем.

4.3 Результати впровадження розробок у практику проектування багатопверхових житлових будівель

Важливим етапом будь-яких досліджень є відповідна апробація отриманих результатів та впровадження відповідних рішень безпосередньо в діяльність пов'язаних організацій.

Апробація розробок в практику проектування багатопверхових житлових та громадських будівель відбувалась протягом 2018-2020 рр. в практиці проектної діяльності ТОВ «СТУДІЯ 9», ТОВ «Омега-СКС» та ТОВ «ОМЕГА АРХИТЕКЧЕРАЛ БЮРО». Діяльність даних проектних організацій полягає в проектуванні переважно багатопверхових будівель

та багатофункціональних комплексів громадсько-житлового призначення на території України. Відповідно часто постає питання вибору раціональної фасадної системи для багатоповерхових будівель.

Оскільки вказані вище організації виконують переважну більшість проектів для приватних замовників, деякі з проектних рішень, зокрема вартість проектних робіт, вартість деяких елементів будівлі (в тому числі і вартість фасадних систем), а також конкретні назви рішень фасадних систем складають комерційну таємницю. Тому алгоритм вибору раціональної фасадної системи з рис. 4.1 на послідуючих прикладах буде змінено.

1. В ТОВ «СТУДІЯ 9» впровадження алгоритму вибору раціональної фасадної системи наглядно видно для проекту «Нове будівництво багатоквартирного житлового будинку у районі вул. Херсонської - вул. Костомарівської - пров. Ушинського - просп. Пушкіна, м. Дніпро». Даний проект передбачає забудову існуючої ділянки з частковим використанням залишків монолітного залізобетонного каркасу багатоповерхової будівлі поблизу пішохідної частини бульвару Кучеревського в м. Дніпро. Об'ємно-планувальні рішення передбачають розміщення житлового будинку з вбудовано-прибудованими нежитловими приміщеннями та паркінгом, який складається з 4-х 12-поверхових секцій, прибудованих двоповерхових нежитлових приміщень та дворівневого паркінгу. Проектні роботи виконувались протягом 2020 року.

На нараді з замовником були встановлені наступні вимоги до фасадної системи:

- Термін служби фасадної системи не менше 50 років; максимальна тривалість міжремонтних періодів для покращення експлуатації системи;
- Мінімальна трудомісткість улаштування фасадної системи для скорочення термінів виконання робіт;
- Обов'язкова можливість миття зовнішнього шару фасаду для покращення естетичної сприйнятливості та архітектурної виразності будівлі

під час експлуатації;

- Розрізненість елементів фасаду для швидкого ремонту при пошкодженні;

- Можливість розташування кріпильних елементів в середині фасадної системи для навішування обладнання зовні.

- Світлопрозорість фасадної системи не потрібна.

За даними вимогами було заповнено анкету вибору раціональної фасадної системи (рис. 4.3):

Кількісні показники	Трудомісткість улаштування 1 м ² фасадної системи, люд.-год.		
	10	4	1,6
	Термін служби фасадної системи, років		
	20	50	100
	Тривалість періоду між поточними ремонтами, років		
	5	20	30
	Тривалість періоду між капітальними ремонтами, років		
	15	30	50
Якісні взаємовиключні показники	Питома трудомісткість та вартість капітального ремонту відносно нової системи		
	130%	80%	50%
	Наявність технологічних пауз на твердження матеріалів при виконанні робіт		
	Так	Ні	Ні
	Наявність «мокрих процесів» при виконанні зовнішніх робіт		
	Так	Ні	Ні
	Можливість візуального та інструментального обстеження елементів системи		
	Ні	Так	Так
	Можливість повторного використання елементів системи при ремонті		
	Ні	Так	Так
	Світлопрозорість системи		
	Ні	Ні	Так
	Можливість миття зовнішнього шару системи		
	Ні	Так	Так
	Розрізненість елементів фасадної системи		
Ні	Так	Так	
Можливість навішування обладнання, розташування кріпильних елементів			
Ні	Так	Ні	
Результуюча система			
	«Мокрий» фасад	Вентилюваний фасад	Скляний фасад

Рисунок 4.3 – Заповнений алгоритм вибору раціональної фасадної системи під час апробації в ТОВ «СТУДІЯ 9»

Найбільшу кількість обраних факторів отримала фасадна система з вентиляльованим повітряним прошарком. В результаті сумісних рішень обрана комплексна система фасадної теплоізоляції з негорючим утеплювачем - мінераловатними плитами, з індустріальним опорядженням та вентиляльованим повітряним прошарком. Теплоізоляційний шар системи передбачено влаштовувати з мінераловатних плит ТЕХНО марки ТЕХНОВЕНТ ЕКСТРА СП товщиною 100мм по керамічних блоках та 150мм по залізобетону густиною 80 кг/м³. Індустріальне опорядження фасаду – керамогранітні плити.

2. В ТОВ «Омега-СКС» впровадження алгоритму вибору раціональної фасадної системи наглядно видно для проекту «Будівництво житлового комплексу з вбудовано-прибудованими приміщеннями та підземним паркінгом по вул. Антона Цедіка, 14а у Шевченківському районі м. Києва». Будівля являє собою 3 житлових секції 16 та 9 поверхів, які з'єднані 2-х поверховим прибудованим обсягом з приміщеннями комерційного призначення, а також передбачений однорівневий підземний паркінг. Будівля виконана в монолітному залізобетонному каркасі з заповненням керамічною цеглою. Проектні роботи виконувались протягом 2020 року.

На нараді з замовником були встановлені наступні вимоги до фасадної системи, крім теплотехнічних вимог згідно нормативних документів:

- Термін служби фасадної системи не менше 50 років; максимальна тривалість міжремонтних періодів для покращення експлуатації системи;
- Мінімальна трудомісткість улаштування фасадної системи для скорочення термінів виконання робіт;
- Обов'язкова можливість миття зовнішнього шару фасаду для покращення естетичної сприятливості та архітектурної виразності будівлі під час експлуатації;
- Розрізненість елементів фасаду для швидкого ремонту;

- Світлопрозорість фасадної системи не потрібна, проте необхідно забезпечити стикування фасадної системи з елементами панорамного остеклення будівлі.

За даними вимогами на сумісній нараді проектувальником та замовником було заповнено бланк алгоритму вибору раціональної фасадної системи (рис. 4.4):

Кількісні показники	Трудомісткість улаштування 1 м ² фасадної системи, грн		
	10	4	1,6
	Термін служби фасадної системи, роки		
	20	50	100
	Тривалість періоду між поточними ремонтами, років		
	5	20	30
	Тривалість періоду між капітальними ремонтами, років		
	15	30	50
Якісні взаємовиключні показники	Питома трудомісткість та вартість капітального ремонту відносно нової системи		
	130%	80%	50%
	Наявність технологічних пауз на твердження матеріалів при виконанні робіт		
	Так	Ні	Ні
	Наявність «мокрих процесів» при виконанні зовнішніх робіт		
	Так	Ні	Ні
	Можливість візуального та інструментального обстеження елементів системи		
	Ні	Так	Так
	Можливість повторного використання елементів системи при ремонті		
	Ні	Так	Так
	Світлопрозорість системи		
	Ні	Ні	Так
	Можливість миття зовнішнього шару системи		
	Ні	Так	Так
	Розрізненість елементів фасадної системи		
Ні	Так	Так	
Можливість навішування обладнання, розташування кріпильних елементів			
Ні	Так	Ні	
Результуюча система			
«Мокрий» фасад	Вентилюваний фасад	Скляний фасад	

Рисунок 4.4 – Заповнений алгоритм вибору раціональної фасадної системи під час апробації в ТОВ «Омега-СКС»

Найбільшу кількість обраних факторів отримали фасадна система з вентиляваним повітряним прошарком та система скляного фасаду. Проте через наявність взаємовиключних факторів (відсутність прозорості фасадної системи) під час сумісної наради з замовником було вирішено зупинитись на системі вентиляваного фасаду. В результаті обрана наступна система огорожувальної конструкції фасаду:

- повнотіла керамічна Цегла марки 100 на цементно-піщаному розчині марки М100, примикання цегляної кладки до залізобетонних конструкцій здійснюється через демпферну стрічку зі спіненого поліетилену товщиною 10 мм;

- шар з мінеральною плитою NG, 45kg - 50 мм;
- шар мінеральної плити NG, 80 кг - 50 мм;
- повітряний прошарок -50 мм;
- керамограніт -10мм.

3. В ТОВ «ОМЕГА АРХИТЕКЧЕРАЛ БЮРО» впровадження алгоритму вибору раціональної фасадної системи наглядно видно для проекту «Реконструкція магазину (літ. Д) під адміністративну будівлю за адресою: вулиця Теліги Олени, 4 у Шевченківському районі м. Києва». Проектом передбачається знесення існуючих будівель на майданчику забудови, розробка котловану під захистом шпунтового огороження та зведення нової офісної будівлі. Будівля представляє собою прямокутний в плані адміністративний будинок зі стилобатом та підземним паркінгом. На 1-8 поверхах знаходяться офісні приміщення.

На нараді з замовником були встановлені наступні вимоги до фасадної системи, крім теплотехнічних вимог згідно нормативних документів:

- термін служби фасадної системи не менше 100 років; максимальна тривалість міжремонтних періодів для покращення експлуатації системи;
- мінімальна трудомісткість улаштування фасадної системи для скорочення термінів виконання робіт;

- обов'язкова можливість миття зовнішнього шару фасаду для покращення естетичної сприйнятливості та архітектурної виразності будівлі під час експлуатації;

- обов'язкова прозорість фасадної системи для забезпечення максимальної архітектурної виразності офісної будівлі;

- розрізненість елементів фасаду для швидкого ремонту.

За даними вимогами на сумісній нараді проектувальником та замовником було заповнено бланк вибору фасадної системи (рис. 4.5):

Кількісні показники	Трудомісткість улаштування 1 м ² фасадної системи, люд.-год.		
	10	4	1,6
	Термін служби фасадної системи, років		
	20	50	100
	Тривалість періоду між поточними ремонтами, років		
	5	20	30
	Тривалість періоду між капітальними ремонтами, років		
	15	30	50
Якісні взаємовиключні	Питома трудомісткість та вартість капітального ремонту відносно нової системи		
	130%	80%	50%
	Наявність технологічних пауз на твердження матеріалів при виконанні робіт		
	Так	Ні	Ні
	Наявність «мокрих процесів» при виконанні зовнішніх робіт		
	Так	Ні	Ні
	Можливість візуального та інструментального обстеження елементів системи		
	Ні	Так	Так
	Світлопрозорість системи		
	Ні	Ні	Так
	Можливість миття зовнішнього шару системи		
	Ні	Так	Так
Розрізненість елементів фасадної системи			
Ні	Так	Так	
Результуюча система			
	«Мокрий» фасад	Вентильований фасад	Скляний фасад

Рис. 4.5 Заповнений бланк вибору раціональної фасадної системи під час апробації в ТОВ «ОМЕГА АРХИТЕКЧЕРАЛ БЮРО»

В результаті обрана сучасна система панорамного фасадного остеклення. Значна тривалість міжремонтних періодів, а також застосування сучасних енергоефективних склопакетів призводить до значного заощадження коштів, що компенсує підвищені витрати на улаштування системи.

4.4 Розрахунок економічної ефективності прийнятих технологічних рішень.

Приймаючи більш раціональний варіант, економічна ефективність визначається як різниця у собівартості виконання робіт та експлуатації фасадної системи між двома найбільш імовірними варіантами.

Розглянемо економічну складову застосування двох фасадних систем – системи «мокрого» фасаду та системи вентиляваного фасаду – відносно однієї і тієї ж самої будівлі. В якості будівлі досліджень оберемо 10-поверхову 1-секційну житлову будівлю з вбудованими нежитловими приміщеннями, виконану з силікатної цегли. Загальна площа фасаду 1500 м².

Порівняння виконаємо в табличній формі шляхом розрахунку сумарної вартості експлуатації фасадної системи протягом 100 років експлуатації будівлі. Оскільки фасадні системи, що розглядаються, мають менший термін експлуатації, врахуємо також відповідні заміни фасадних систем.

Оскільки будівля, що розглядається, має вбудовані нежитлові приміщення, під час ремонтних робіт фасадної системи доступ до них буде ускладнений. Тому передбачається відповідне зменшення прибутку від їх експлуатації, яке доцільно вимірювати за період часу 1 міс.

Параметри порівняння вартості експлуатації фасадних систем під час апробації результатів досліджень в одній з вищевказаних проектних організацій вказані в табл. 4.1:

Таблиця 4.1 – Порівняння вартості експлуатації фасадних систем

№ з/п	Параметр	Система «мокрого» фасаду		Система вентилязованого фасаду	
		На 1 м ²	Всього	На 1 м ²	Всього
1	Вартість улаштування 1 м ² , тис. грн	0,8	1200	1,5	1800
2	Міжремонтний період, років	10		25	
3	Кількість міжремонтних періодів	3		2	
4	Усереднена вартість ремонту 1 м ² фасадної системи, тис.грн	0,6	900	0,9	1350
5	Термін експлуатації фасадної системи, років	25		50	
6	Кількість періодів експлуатації фасадної системи	4		2	
7	Зменшення прибутку від експлуатації нежитлових приміщень, тис.грн/міс.	50		50	
8	Тривалість ремонту, міс.	3		1	
9	Вартість заміни 1 м ² фасадної системи	1,2	1800	1,1	1650
10	Загальна вартість експлуатації фасадної системи за 100 років, тис. грн	1200+2*900+1800+2*900+ +1800+2*900+1800+900+ 9*3*50= <u>14 250</u>		1800+1350+1650+1350+ +3*1*50= <u>6 300</u>	

Очевидно, що протягом 100 років експлуатації застосування більш раціональної фасадної системи вентилязованого фасаду призводить до

значного заощадження коштів на експлуатацію будівлі. При цьому додатковий економічний ефект створюється за рахунок можливості більш детального дослідження існуючого стану фасадної системи. Як наслідок, капітальний ремонт або заміна системи виконуються в найбільш раціональний термін відносно теплоізоляційних властивостей системи. Як наслідок, відсутня експлуатація при значних втратах тепла через неналежний стан утеплювача та оздоблювальних шарів.

Звичайно, більш висока вартість улаштування системи вентиляваного фасаду призводить до збільшення одномоментних витрат коштів під час зведення будівлі. Це викликає додаткові витрати на залучення та обслуговування відповідних джерел фінансування. Крім того, згідно досвіду експлуатації будівель встановлено, що замовник будівлі дуже рідко продовжує її експлуатувати. Проте встановлено економічний ефект близько 2,6 млн грн від впровадження результатів досліджень в практичну діяльність проектних організацій. Особистий внесок здобувача при цьому становить близько 640 тис. грн.

Висновки до розділу 4

1. Розроблено алгоритм вибору раціональної фасадної системи. Він дозволяє шляхом заповнення нескладного бланку будь-яким учасником будівельного процесу швидко та об'єктивно визначити найбільш ефективну фасадну систему, застосовну до конкретного об'єкту будівництва з урахуванням основних значущих параметрів. При аналізі відповідних результатів на суміжній нараді представників замовника, проектувальника та підрядника визначається конкретна фасадна система з урахуванням всіх особливостей зведення та експлуатації будівлі, відповідно передбачається значне заощадження коштів.

2. Визначені конструктивно-технологічні пропозиції щодо підвищення надійності, енергоефективності та економічності

довготривалої експлуатації систем зовнішньої теплоізоляції будівель. Встановлено ряд параметрів, урахування яких призведе до більш відповідального вибору раціональної фасадної системи, точного прогнозування особливостей експлуатації, і як наслідок – оптимізації тривалості міжремонтних періодів і зменшення собівартості експлуатування при збереженні ефективності теплоізоляційних властивостей.

3. Проведено успішну апробацію розробленого алгоритму вибору раціональної фасадної системи в діяльність ведучих проектних організацій. Виконувалось заповнення алгоритму всіма учасниками будівельного процесу з послідуною обробкою отриманих даних. В результаті зафіксований об'єктивний вибір фасадних систем, найбільш раціональних для конкретних умов будівництва з урахуванням особливостей експлуатації будівель та місцевих умов розташування.

4. Пряма економічна ефективність від впровадження результатів досліджень в практичну діяльність проектних організацій склала близько 2.6 млн грн. З них особистий внесок здобувача визначений на рівні 640 тис грн.

5. Основні наукові результати опубліковані в працях автора [87, 84].

ВИСНОВКИ

У дисертації наведено результати теоретичних та експериментальних досліджень, які вирішують науково-практичну задачу підвищення ефективності експлуатації фасадних систем багатоповерхових будівель шляхом удосконалення процесу вибору раціональної фасадної системи з урахуванням особливостей конкретного об'єкту будівництва, що знайшло відображення в наступному:

1. Аналіз існуючих на сьогодні фасадних систем, застосовуваних до багатоповерхових житлових та громадських будівель, виявив недоліки їх ефективності. Встановлене зменшення ефективності фасадної системи внаслідок недосконалої процедури оцінювання тривалості міжремонтного періоду внаслідок низької якості прогнозування зміни інтенсивності роботи утеплюючих елементів. Тому існує необхідність проведення досліджень у проблемному полі організаційно-технологічних рішень процесів утримання, обстеження та поточних ремонтів фасадних систем.

2. Виконано аналіз процесу експлуатації фасадних систем, які застосовуються для житлових та громадських будівель різної поверховості в Україні. За результатами дослідження сучасних процесів капітальних ремонтів фасадних систем будівель визначено, що найчастіше зустрічається комплексний ремонт фасаду одночасно з покращенням теплоізоляційних властивостей огорожувальних конструкцій. За аналізом трудомісткості та вартості капітальних ремонтів фасадних систем визначено, що найбільш вигідною є система навісного фасаду з вентиляваним повітряним прошарком. Поточний ремонт «мокрих» фасадів ускладнюється необхідністю виконання робіт тільки в оптимальному температурно-вологісному режимі. Крім того, частота виконання поточних ремонтів «мокрих фасадів» призводить до зростання витрат праці і ускладнення експлуатації. Найдовший міжремонтний період при незначній трудомісткості мають скляні фасади.

3. На підставі експертного оцінювання важливості чинників, що впливають на вибір раціональної фасадної системи встановлено, що найбільше значення мають чинники, які обумовлюють термін служби фасадної системи, вартість її улаштування, трудомісткість улаштування фасадної системи та тривалість міжремонтних періодів. Спостерігається зацікавленість учасників будівельного процесу в зменшенні тривалості виконання робіт та підвищенні термінів безвідмовної експлуатації, навіть шляхом збільшення вартості улаштування фасадної системи.

4. За результатами кореляційно-регресійного аналізу отримана імітаційна модель виду $-1105,425 + 16,045x_1 + 231,25x_3 + 20x_4 - 2687,825x_5$ при коефіцієнтах кореляції $R_{yx_1} = 0,90$; $R_{yx_3} = 0,93$; $R_{yx_4} = -0,82$; $R_{yx_5} = 0,55$. За значенням коефіцієнту детермінації $0,9283$ встановлено, що розрахункові параметри моделі на $92,83\%$ пояснюють залежність між досліджуваними параметрами, тому модель придатна до подальшого використання в розрахунку прогнозованої вартості улаштування та експлуатації фасадних систем відповідно до технічних та організаційно-технологічних параметрів об'єктів будівництва.

5. Розроблений алгоритм вибору раціональної фасадної системи. Він дозволяє шляхом заповнення нескладного бланку будь-яким учасником будівельного процесу швидко та об'єктивно визначити найбільш ефективну фасадну систему, застосовувану до конкретного об'єкту будівництва з урахуванням основних значущих параметрів. При аналізі відповідних результатів на спільній нараді представників замовника, проектувальника та підрядника визначається конкретна фасадна система з урахуванням всіх особливостей спорудження та експлуатації будівлі, відповідно передбачається значне заощадження коштів.

6. Проведено успішну апробацію розробленого алгоритму вибору раціональної фасадної системи в діяльності провідних проектних

організацій. Пряма економічна ефективність від впровадження результатів досліджень в практичну діяльність проектних організацій склала близько 2,6 млн грн. З них особистий внесок здобувача визначений на рівні 640 тис. грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. А. Н. Машенков, Е. В. Чебурканова. Проблемы пожарной безопасности навесных вентилируемых фасадов. *АВОК*. 2007. Вип. 54. С. 32 – 41.
2. Адлер Ю. А., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий : монография. Москва: Наука, 1976. – 279 с.
3. Адлер Ю. П. Введение в планирование эксперимента. Москва: Металлургия, 1968. – 153 с.
4. Айвазян С. А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и эконометрика: учебник для высших учебных заведений. Москва: МЭСИ, 2000. – 178 с.
5. Александров А.В. Декоративно-защитные штукатурки для систем утепления с тонким наружным штукатурным слоем. *Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века*. 2008. № 9. С. 34-35.
6. Александров А.В. Стеклосетка для штукатурных систем утепления. *Лучшие фасады и кровли*. 2008. № 19. С. 2-4.
7. Алехин С. В., Новиков А.В. Типология дефектов систем теплоизоляции "мокрого" типа. *Стройпрофиль*. 2004. № 36. С. 140 – 144.
8. Алехин С. В., Новиков А.В. Типология дефектов систем теплоизоляции "мокрого" типа. *Стройпрофиль*. 2004. № 37. С. 118 – 122.
9. Алехин С. В., Новиков А.В. Типология дефектов систем теплоизоляции "мокрого" типа. *Стройпрофиль*. 2004. № 38. С. 106 – 108.
10. Алехин С. В., Новиков А.В. Типология дефектов систем теплоизоляции "мокрого" типа. *Стройпрофиль*. 2005. № 40. С. 128 – 131.
11. Алехин С. В., Новиков А.В. Типология дефектов систем теплоизоляции "мокрого" типа. *Стройпрофиль*. 2005. Вып.41. С. 106 – 110.
12. Алехин С. В., Новиков А.В. Типология дефектов систем теплоизоляции "мокрого" типа. *Стройпрофиль*. 2005. № 42. С. 150 – 154.
13. Алехин С. В., Новиков А.В. Типология дефектов систем

теплоизоляции "мокрого" типа. *Стройпрофиль*. 2005. № 43. С. 132 – 134.

14. Алехин С. В., Новиков А.В. Типология дефектов систем теплоизоляции "мокрого" типа. *Стройпрофиль*. 2005. № 44. С. 150 – 152.

15. Алехин С. В., Новиков А.В. Типология дефектов систем теплоизоляции "мокрого" типа. *Стройпрофиль*. 2006. № 47. С. 160 – 163.

16. Алехин С. В., Новиков А.В. Типология дефектов систем теплоизоляции "мокрого" типа. *Стройпрофиль*. 2006. № 51. С. 150 – 155.

17. Алехин С. В., Бессонов И.В. Лабораторные исследования стойкости фасадных систем "мокрого" типа к температурно-влажностным воздействиям : веб-сайт. URL: <http://www.centre-fasade.ru/soprov/niisf-analizplit/niisf-analizplit-05.htm>. (дата звернення: 1.02.2021).

18. Афанасьев А. А., Матвеев Е.П. Реконструкция жилых зданий методом встроенных строительных систем. *Известия вузов. Строительство*. 1997. № 9. С. 4 – 9.

19. Белоконь А. И., Дмитренко И.С., Дьяченко Л.Ю. Исследование экономической эффективности капитальных вложений в усиление резервуаров стальными бандажами. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпропетровськ : ПДАБА, 2004. №10. С. 18 – 25.

20. Березюк А.М., Шаленний В.Т., Дікареєв К.Б., Скокова А. О. Методична послідовність вибору можливих варіантів технології та організації робіт з улаштування і відновлення теплоізоляції з легкими штукатурками. *Строительство, материаловедение, машиностроение*. Днепропетровск : ПГАСА, 2012. – № 64. – С. 340 – 344.

21. Березюк А.М., Шаленний В.Т., Ніжніковський Г.С., Скокова А. О. Огляд та порівняння різних систем фасадної теплоізоляції з легкою штукатуркою за показником вартості. *Theoretical foundations of Civil Engineering*. – Warsaw : Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2011. Вип. 19. С. 339 – 344.

22. Большаков В. И., Кравчуновська Т. С., Броневицький С. П.

Фактори, що здійснюють визначальний вплив на показники ефективності організаційно-технологічних рішень будівництва доступного житла // *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпропетровськ : ПДАБА, 2016. №218. С.61-70.

23. Бояч Б., Хуянь К. Многомерные статистические методы экономики. пер. с англ. Москва. Статистика, 1979. 317 с.

24. Булгаков С. Н. Реконструкция жилых домов первых массовых серий и малоэтажной жилой застройки. Москва: ООО «Глобус», 2001. 248 с.

25. Бююль А., Цефель П. SPSS: искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей. перевод с нем. – Санкт-Петербург: ООО «ДиаСофтЮП», 2005. 608 с.

26. Васин А. В. Секреты навесных вентилируемых фасадов: нержавеющая сталь или алюминий. *Светопрозрачные конструкции*. – 2006. №45. С. 40 – 43.

27. Вентцель Е.С. Теория вероятностей: учебник для высших учебных заведений. Москва : Высшая школа, 1998. 576 с.

28. Визначення кореляційної залежності між організаційно-технологічними параметрами відновлення теплоізоляції фасадів будівель / В. Т. Шаленний та інші. *Theoretical foundations of Civil Engineering*. Warsaw : Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2012. Вип. 20. С. 501 – 508.

29. Вплив ступеню ушкодження зовнішньої теплоізоляційної системи Ceresit на вартість робіт по її відновленню / В. Т. Шаленний та інші.// *MOTROL. Motoryzacja i energetyka rolnictwa*. Symferopol Lublin, 2011. Volume 13С. С. 68 – 79.

30. Г. Кузнецова. Слоистые кладки в каркасно-монолитном домостроении. *Технологии строительства*. 2009. №63. С. 6-23.

31. Гагарин В. Г. Теплоизоляционные фасады с тонким

штукатурным слоем. *АВОК*. 2007. №8. С. 82 – 103.

32. Гагарин В. Г. Теплоизоляционные фасады с тонким штукатурным слоем. *АВОК*. 2007. №8. С. 66 – 87.

33. Гнеденко Б. В. Курс теории вероятностей : уч. Пособ. Изд. 8-е, испр. и доп. Москва, Едиториал, 2005. – 448 с.

34. Гончаренко Д. Ф., Доброноженко О.В. Пошук ефективних рішень по перебудові багатопверхових будівель. *Будівництво України*. 1996. №6. С. 17 – 20.

35. Грановский, А. В., Киселев Д.А. О методике испытаний анкеров на вырыв из различных стеновых материалов и возможных областях их применения. *Жилищное строительство*. 2010. №2. С. 7-8.

36. Гурьев В. В. Усталостная прочность пенопластов в ограждающих конструкциях с тонкими облицовками. *Промышленное и гражданское строительство*. 2010. № 2. С. 11 – 16.

37. Гусакова Е. А. Системотехника организационно-технологических циклов объектов строительства. *Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века*. 2004. № 12. С. 54 – 56.

38. Гусакова Е. А. Проблемы ликвидационного цикла строительных объектов. *Промышленное и гражданское строительство*. 2004. № 8. С. 59 – 61.

39. Гусакова Е. А. Системотехника организации жизненного цикла объекта строительства : монография. Москва : Фонд «Новое тысячелетие», 2004. – 350 с.

40. Дайитбегов Д. М. Компьютерные технологии анализа данных в эконометрике: уч. Пособ. Изд. 2-е, испр. и доп. Москва : ИНФРА-М, 2011. 578 с.

41. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. [Чинний з 2007-01-01] К. : Мінбуд України, 2006. 75 с. (Державні будівельні норми України).

42. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель [Чинний від 2017-04-01] Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва і сільського господарства України, 2017. 33 с. (Державні будівельні норми України).

43. ДБН В.2.6-33:2018. Конструкції будинків та споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування. [Чинний від 2018-12-01]. Київ. ДП НДІБК, 2018. 20 с.

44. Джалалов М. Н. Удосконалення організаційно-технологічних рішень влаштування теплоізоляції зовнішніх стін існуючих громадських будівель: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.23.08. Харків, 2012. – 16 с.

45. Джонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы обработки данных Москва. Мир, 1990. – 511 с.

46. Диагностика и оценка технического состояния строительных конструкций / А. Н. Березюк и др. – Днепропетровск, 1996. – 176 с.

47. 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 : 05.23.08. Дніпропетровськ, 2008. 20 с.

48. ДСТУ Б В.2.6-36:2008. Конструкції будинків та споруд. Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками. Загальні технічні умови [Чинний від 2009-06-01] Київ, 2009. 36 с. Мінрегіонбуд України.

49. ДСТУ Б Д.2.2-15:2012. Облицювання поверхонь та інші оздоблювальні роботи. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 15 [Чинний від 2014-01-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2013. 201 с. (Національний стандарт України).

50. ДСТУ-Н Б В.1.2-13:2008 Настанова Основи проектування конструкцій.; надано чинності 2009-07-01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 81 с.

51. Езерский В. А., Монастырев П.В., Монастырева М.В.

Инжиниринг в проектировании дополнительной теплозащиты зданий. *Качество информационных услуг: Сборник научных трудов по материалам научно-практического семинара*. Тамбов: Изд-во Тамб. Гос. техн. ун-та, 2002. С. 46 – 51.

52. Езерский В.А., Монастырев П.В., Клычников Р.Ю. Оптимизация параметров тепловой защиты зданий по экономическому критерию. *Промышленное и гражданское строительство*. 2010. №3. С. 13-16.

53. Економіко-математичне моделювання: навчальний посібник [за ред. О. Т. Іващука]. Тернопіль: ТНЕУ «Економічна думка», 2008. 704 с.

54. Економіко-математичні моделі та методи у будівництві: підручник для студ. вищ. навч. закладів освіти / В.О. Міхельс та інш. Київ: Міленіум, 2010. – 464 с.

55. Ершова Н. М., Скрипник В.П. Экономико-математические методы и модели принятия решений в условия определенности, неопределенности и риска : монография. Днепропетровск : ПГАСА, 2011. 350 с.

56. Єсипенко А. Д. Принципи формування системи утримання та ремонту будинків, споруд та інженерних мереж. *Будівництво України*. 2006. № 1. С. 36-38.

57. Ирискулов А. Р., Чистоплясов С.С. Дефекты, возникающие при проектировании и строительстве фасадов зданий с системами наружного утепления, их классификация и последствия. *Стройпрофиль*. 2006. №6. С. 32 – 34.

58. Исаханов Г.В. Основы научных исследований в строительстве: учеб. пособ. Киев: Вища шк., 1985. 208с.

59. Исследование, разработка и внедрение эффективных энергосберегающих конструкций и технологий в строительстве / Б. В. Шевелев та інш. *Будівництво України*. 2010. № 1. С. 2 – 8.

60. К вопросу технологичности современных конструкций скрепленной наружной теплоизоляции и отделки / В. Т. Шаленный и др.

Строительство, материаловедение, машиностроение. Днепропетровск: ПГАСА, 2010. № 55. С. 8 – 12.

61. Карапузов Є.К., Соха В.Г. Утеплення фасадів: Підручник. Київ: Вища освіта, 2007. – 319 с.

62. Карапузов Є.К., Соха В.Г., Остапченко Т.Є. Матеріали і технології в сучасному будівництві: підручник. Київ: «Вища освіта», 2004. 416 с.

63. Матросов Ю. А., Фаренюк Г.Г. Новые государственные нормы Украины "Тепловая изоляция зданий" *Жилищное строительство.* 2007. № 11. С. 8 – 12.

64. Менейлюк А.И., Борисов А.А. Показатели, определяющие стойкость навесных вентилируемых фасадов к эксплуатационным воздействиям. *Строительство, материаловедение, машиностроение.* Днепропетровск: ПГАСА, 2007. № 43. С. 287 – 290.

65. Менейлюк А.И., Соха В.Г., Бабий И.Н. Анализ эффективности применения систем теплоизоляции «Ceresit WM» в натуральных условиях. *Строительные материалы и изделия.* 2010. №2. – С. 27-28.

66. Методичні рекомендації з вибору та впровадження раціональних проектно-технологічних вирішень із влаштування великорозмірних прорізів у стінах при реконструкції будівель / В. Т. Шаленний та інш. Дніпропетровськ : ПДАБА, 2009. – 28 с.

67. Млодецький В.Р., Ткач Т.В., Нетеса К.М. Аналіз технологічності виконання поточних ремонтів фасадних систем житлових та громадських будівель. *Будівельне виробництво.* 2020. №67. С. 47-49.

68. Млодецький В.Р., Ткач Т.В., Нетеса К.М. Аналіз технологічності виконання поточних ремонтів фасадних систем житлових та громадських будівель. *Будівельне виробництво: міжвідомчий науково-технічний збірник (технічні науки).* Київ. НДІБВ, №67. 2019 р. С. 47-49.

69. Многомерный статистический анализ в экономических задачах: компьютерное моделирование в SPSS / под ред. И. В. Орловой. Москва:

Вузовский учебник, 2008. 285 с.

70. Монастырев П.В. Индустриальные технологии повышения теплозащиты жилых зданий: учебное пособие. Москва: АСВ, 2004. 119 с.

71. Мотяев, М. А. Албука навесных фасадов с воздушным зазором. Нижний Новгород, Юкон Инжиниринг. 2005. 104 с.

72. Напрямки удосконалення сучасних технологій, матеріалів і обладнання із врахуванням енергетичних витрат та умов праці будівельних робітників / В. Т. Шаленний та інші. *Строительство, материаловедение, машиностроение*. Днепропетровск : ПГАСА. 2010. № 52. С. 127 – 131.

73. Немова Д. В. Навесные вентилируемые фасады: обзор основных проблем. *Инженерно-строительный журнал*. 2010. №15. С. 7 – 11.

74. Нетеса К.М., Радкевич А.В. Проблематика современных фасадных систем многоэтажных жилых зданий. *Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури*. №61. 2016 р. 358-364 с.

75. Новиков А.В. Причины возникновения дефектов в конструкциях облегченной кладки. *Строительные материалы*. 2007. № 7. С. 2 – 6.

76. Олейник П. П. Организация строительства : Концептуальные основы, модели и методы, информационно-инженерные системы. Москва: Профиздат, 2001. 408 с.

77. Орлов А.И. Экспертные оценки: уч. пос. Москва. 2002.

78. Орлова И. В., Половников В.А. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование: учебное пособие. Москва: Вузовский учебник, 2011. 365 с.

79. Охорона праці, технічна та пожежна безпека будівництва і реконструкції об'єктів : підручник / О. М. Лівінський та ін. Київ : МП Леся, 2012. 440 с.

80. Оценка окупаемости инвестиций для выбора технологии термореновации с учетом местоположения и износа объектов реконструкции / Р. Б. Тянта і інші. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпропетровськ : ПДАБА, 2002.

№ 49.

81. Пилипчук М. І., Григор'єв А.С., Шостак В.В. Основи наукових досліджень : підручник. Київ: Знання, 2007. 270 с.

82. Пінчук С. Й. Організація експерименту при моделюванні та оптимізації технічних систем : навчальний посібник. Дніпропетровськ : Дніпро-VAL, 2009. 289 с.

83. Радкевич А.В., Нетеса К.М. Проблемы и перспективы устройства фасадных систем на основе трехслойных каменных стен. *Проблеми і перспективи розвитку залізничного транспорту*: тези 74 міжнародної науково-практичної конференції 15-16 травн. 2014 р. Дніпропетровськ: ДНУЖТ, 2014. С. 300-301.

84. Радкевич А.В., Нетеса К.М. Розробка алгоритму вибору раціональної фасадної системи багатоповерхових будівель [Текст] / А.В. Радкевич, К.М. Нетеса. *Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту*. №90. 2020. С. 82-96.

85. Радкевич А.В., Нетеса К.М., Ткач Т.В. Аналіз тенденцій капітальних ремонтів фасадних систем на основі публічних закупівель в системі PROZORRO. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. 2020. № 45. С. 120-130.

86. Радкевич А.В., Нетеса К.М., Ткач Т.В. Ранжування факторів, що впливають на процес вибору фасадних систем. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. 2018. № 37. С. 115-126.

87. Радкевич А.В., Нетеса К.Н. Разработка методики сравнения организационно-технологической надежности и долговечности фасадных систем многоэтажных жилых зданий на основе графоаналитической модели протекания жизненного цикла фасадных систем строительных объектов. *Ефективні технології в будівництві*: тези 74 міжнародної науково-практичної конференції 7-8 квітн. 2016 р. Київ: КНУБА, 2016. с.

62-63.

88. Реконструкція промислових та цивільних будівель : підруч. Для будів. навч. закл. / Березюк А.М. та інш. – Дніпропетровськ : ТОВ «ЕНЕМ», 2010. 184 с.

89. Савйовский В. В. Техническая диагностика строительных конструкций зданий: навчально-методичний практичний довідковий посібник. Харків: видавництво «ФОРТ», 2008 р. 552 с.

90. Савйовский В. В. Технология реконструкции. Харків: Основа, 1997. – 256 с.

91. Савйовский В. В., Джавалов М.Н. Дефекты теплоизоляции существующих зданий и пути их устранения. *Науковий вісник будівництва*. Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2010. № 57. С. 102 – 106.

92. Савйовский В. В., Джавалов М.Н., Савйовский А.В. Энергоаудит и термомодернизация зданий. *Будівництво України*. 2010. № 6. С. 3 – 7.

93. Савйовский В.В., Джавалов М.Н. Дефекты теплоизоляции существующих зданий и пути их устранения. *Збірник наукових праць «Науковий вісник будівництва»*. Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2010. № 57. С. 102-106.

94. Савйовский В.В., Палагута А.В., Савйовский А.В. Устройство тепло-, гидроизоляции покрытия здания напыляемым пенополиуретаном. *Будівництво України*. 1999. №2. С. 23-24.

95. Савйовський В. В. Методологічні принципи організаційно-технологічного проектування реконструкції цивільних будівель: дис. ... доктора техн. наук : 05.23.08. Харків, 2010. – 334 с.

96. Савйовський В. В. Теплоізоляція житлових будівель при реконструкції. *Будівництво України*. 1999. № 2. С. 23 – 24.

97. 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 та інш. – 2-ге вид., доповн. і перобл. – Київ: МП Леся, 2009. – 238с.

98. Скокова А. О. Isolation des façades des bâtiments par extérieur – moyen primordial de réduction de la consommation d'énergie dans le domaine de génie. *Наука і техніка: перспективи XXI століття* : міжвузівська наук.-практич. конф. молодих вчених, 11 березня 2010 р.: тези доп. – Дніпропетровськ : ПДАБА, ІБФО, 2010. С. 58 – 61.

99. Современные фасадные системы / А.И. Меньлюк та інш. – Київ: «Освіта України», 2008. 340 с.

100. Соколов І. А., Михайлова І.О. Організаційні моделі і механізми інвестування будівництва доступного житла в Україні. *Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Серия : Инновационные технологии жизненного цикла объектов жилищно-гражданского, промышленного и транспортного назначения.* - 2015. - № 85. - С. 68-73. URL:http://nbuv.gov.ua/UJRN/smmit_2015_85_13 (дата звернення 1.02.2021).

101. Соха В. Г. Технологические карты на устройство теплоизоляции 100 м² конструкций. К. : Вища освіта, 2009. 160 с.

102. Соха В.Г. Влияние климатических факторов на свойства систем теплоизоляции «Ceresit VWS», исследуемых в аппарате искусственной погоды. *Збірник наукових праць «Науковий вісник будівництва»*. Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2010. Вип. 58. С. 191-195.

103. Соха В.Г. Влияние технологических параметров устройств системы скрепленной теплоизоляции на ее надежность и долговечность. *Вестник ОГАСА*, 2010. № 37. С. 35-41.

104. Стеченко Д. М., Чмир О.С. Методологія наукових досліджень : підручник 2-е вид. Київ. : Знання, 2007. – 317 с.

105. Теоретические основы формирования экономико-технологических систем строительного комплекса с учетом их энергоемкости / Л. Н. Шутенко и др. *Коммунальное хозяйство городов.* –

Київ: Техніка, 2002. № 46. С. 161 – 175.

106. Томашевский В. М. Моделювання систем. Київ: Видавнича група ВНУ, 2005. 352 с.

107. Турчин В. М. Математична статистика : навчальний посібник. Київ: Видавничий центр «Академія», 1999. – 240 с.

108. Туснина, О. А., Емельянов А.А., Туснина В.М. Теплотехнические свойства различных конструктивных систем навесных вентилируемых фасадов. *Инженерно-строительный журнал*. 2013. №8. С. 54-63.

109. Тянь Р. Б., Холод Б.І., Ткаченко В.А. Управління проектами : навч. посібник Дніпропетровськ: Дніпропетровська академія управління, бізнесу і права, 2000. 224 с.

110. Учет возможности использования материалов и комплектующих отечественного производства для совершенствования систем утепления и отделки / / В. Т. Шаленный и др. Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. Днепропетровск : ПГАСА, 2007. № 10. С. 45 – 51.

111. Фаренюк Г. Г. Енергетична ефективність підвищення теплотехнічних показників основних елементів теплоізоляційної оболонки. *Будівництво України*. 2008. № 8. С. 12 – 14.

112. Фаренюк Г. Г. Класифікація та структура теплових відмов ізоляційної оболонки житлових та громадських будинків. *Будівництво України*. 2008. № 10. С. 32 – 34.

113. Фаренюк Г. Г. Методи експериментального визначення показників теплової надійності конструкцій фасадної. *Будівельні матеріали, виробництво та санітарна техніка*. 2010. № 36. С. 76 – 83.

114. Фаренюк Г. Г. Нормативне забезпечення при застосуванні конструкцій фасадної теплоізоляції житлових та громадських будинків. *Будівництво України*. 2009. № 2. С. 12 – 16.

115. Фаренюк Г. Г. Теплові аспекти надійності огорожувальних

конструкцій. *Будівництво України*. 2009. № 8. С. 28 – 30.

116. Фаренюк Г. Г. Функціональне проектування сучасних огорожувальних конструкцій. *Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка*. 2008. Вип. 8. С. 12 – 18.

117. Фаренюк Г. Г., Венжего Г. С. Оцінка теплового режиму огорожувальних конструкцій фасадів складної геометрії. *Будівництво України*. 2008. № 4. С. 16 – 19.

118. Фаренюк Г. Г., Соколов О. М. Імітаційний метод статистичного моделювання теплової роботи конструкцій фасадної теплоізоляції. *Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка*. 2009. № 31. С. 114 – 118.

119. Фаренюк Г. Г. Методи експериментального визначення показників теплової надійності конструкцій фасадної теплоізоляції. *Науково-технічний збірник «Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка» Товариство «Знання» України*, 2010. №36. С. 76-83.

120. Фаренюк Г. Г. Стани теплових відмов ізоляційної оболонки будинків та експериментальні методи їх визначення. *Реконструкція житла*. 2007. № 9. С. 99 – 106.

121. Фаренюк Г. Г. Нормативне забезпечення при застосуванні конструкцій фасадної теплоізоляції житлових та громадських будинків. *Будівництво України*. Київ. 2009 №2. С. 12-16.

122. Фаренюк Г. Г. Теплові аспекти надійності огорожувальних конструкцій. *Будівництво України*. Київ. 2009. №8. С. 28-30.

123. Ферстер Е., Ренц Б. Методи кореляційного і регресійного аналізу. Керівництво для економістів. Перекладення з німецького і передмова В. М. Іванової, М.: "Фінанси і статистика", 1983 р. 304 с.

124. Хемди А. Введение в исследование операций. М.: «Вильямс», 2007, с. 697-737.

125. Шаленний В. Т. Передумови підвищення ефективності будівництва на основі системотехнічних досліджень життєвого циклу

об'єктів. *Строительство и техногенная безопасность*. Симферополь : НАПКС, 2012. № 42. С. 74 – 80.

126. Шаленний В.Т., Дікарев К.Б., Скокова А. О. Вплив ступеню ушкодження зовнішньої теплоізоляційної системи Ceresit на вартість робіт по її відновленню. *Науковий вісник будівництва*. Харків : ХДТУБА, ХОТВ АБУ. 2011. № 64. С. 166 – 173.

127. Шаленний В.Т., Дікарев К.Б., Скокова А. О. Методика дослідження очікуваних витрат на відновлення фасадної теплоізоляції будинків з опорядженням легкою штукатуркою. *MOTROL. Motoryzacja i energetyka rolnictwa*. Symferopol Lublin, 2010. Volume 12D. С. 101 – 109.

128. Шаленний В.Т., Несевря П.І., Дікарев К.Б., Скокова А. О. Результати дослідження вартості робіт з відновлення теплоізоляційної системи Ceresit в залежності від діагностованого пошкодження. *Строительство, материаловедение, машиностроение*. Днепропетровск : ПГАСА, 2011. № 61. С. 498 – 504.

129. Шаленний В.Т., Несевря П.І., Скокова А.О. Вихідні дані та методика дослідження ресурсів на відновлення фасадної теплоізоляції будинків із опорядженням легкою штукатуркою. *Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наукових праць*. Рівне. 2011. Вип. 21. С. 625-633.

130. Шаленний В.Т., Скокова А. О. Вибір доцільної технології відновлення властивостей зовнішніх систем теплоізоляції з опорядженням штукатурками. *Будівництво України*. 2012. № 4. С. 2 – 7.

131. Шаленний В.Т., Скокова А. О. Вибір та розвиток доцільної технології відновлення властивостей фасадних систем теплоізоляції будинків із опорядженням легкою штукатуркою. *Строительство и техногенная безопасность*. Симферополь : НАПКС, 2012. № 42. С. 81 – 90.

132. Шаленний В.Т., Скокова А. О. Результати кореляційно-регресійного аналізу впливу архітектурно-планувальних властивостей і ушкоджень фасадів на вартість та трудомісткість робіт з відновлення їх

зовнішньої теплоізоляції і опорядження. *Строительство и техногенная безопасность*. Симферополь : НАПКС, 2012. № 42. С. 90 – 97.

133. Шаленний В.Т., Скокова А. О., Несевря П.І. Вихідні дані та методика дослідження ресурсів на відновлення фасадної теплоізоляції будинків із опорядженням легкою штукатуркою. *Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди*. Рівне : НУВГП, 2011. Вип.21. С. 625 – 633.

134. Шаленний В.Т., Скокова А.О. Вибір доцільної технології відновлення властивостей зовнішніх систем теплоізоляції з опорядженням штукатурками. *Будівництво України*. К., 2012. №4. С. 2-7.

135. Шаленный В. Т. Организационно-технологические аспекты энергосбережения при модернизации производства конструкций и зданий из бетона. Днепропетровск : Наука и образование, 2002. 200 с.

136. Шаленный В. Т. Папирнык Р.Б. Развитие теории технологичности проектных решений на полный жизненный цикл строительных объектов на примере монолитных и сборно-монолитных зданий и сооружений. *Будівництво України*. 2009. №2. С. 40 – 43.

137. Шаленный В. Т., Папирнык Р.Б. Повышение технологичности проектных решений монолитных и сборно-монолитных зданий и сооружений. *Промышленное и гражданское строительство*. 2010. № 2. С. 19 – 21.

138. Шаленный В.Т., Дикарев К.Б., Скокова А.А., Токарь С.Н. Влияние прогнозируемого срока службы на технико-экономические показатели наружного утепления и отделки зданий. *Строительство, материаловедение, машиностроение*. Днепропетровск : ПГАСА, 2008. № 46. С. 16 – 20.

139. Шаленный В.Т., Дикарев К.Б., Скокова А.А., Токарь С.Н. Влияние прогнозируемого срока службы на технико-экономические показатели наружного утепления и отделки зданий. *Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. научн. Трудов*. № 46.

Днепропетровск, ПГАСА, 2008. С. 16-20.

140. Шаленный В.Т., Несевря П.И., Дикарев К.Б., Скокова А. А. Факторы, влияющие на срок эксплуатации конструкции внешних стен с фасадной теплоизоляцией и отделкой легкой штукатуркой. *Строительство, материаловедение, машиностроение*. Днепропетровск: ПГАСА, 2010. № 56. С. 593 – 597.

141. Шаленный В.Т., Несевря П.И., Дикарев К.Б., Скокова А.А. Факторы, влияющие на срок эксплуатации конструкции внешних стен с фасадной теплоизоляцией и отделкой легкой штукатуркой. *Строительство, материаловедение, машиностроение*: Сб. научн. трудов, № 56. Днепропетровск, ПГАСА, 2010. С. 593-597.

142. Шаленный В.Т., Папирных Р.Б., Скокова А. А. Восстановление теплозащитных свойств наружных стен как путь продления жизненного цикла гражданских зданий. *Науковий вісник будівництва*. Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2010. Вип. 58. С. 203 – 207.

143. Щербак, А. С. Исследование свойств современных теплоизоляционных материалов. *Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна*. – Днепропетровск. 2013. №2. С. 136-143.

144. Экономика строительства / Под ред. И. С. Степанова. – Москва : Юрайт, 1997. –106 с.

145. ACI Subcommittee 355. 2007. Qualification of Post-Installed Mechanical Anchors in Concrete and Commentary. Farmington Hills, MI6 American Concrete Institution.

146. ASTM Subcommittee A01.19.2010. Standard Specifications for Steel, Sheet and Strip, Heavy-Thickness Coils, Hot-Rolled, Carbon, Commercial, Drawing, Structural, High-Strength Low-Alloy, High-Strength Low-Alloy with Improved Formability, and Ultra-High Strength.

147. ASTM Subcommittee C09.20.2013. “Standard Specifications for Concrete Aggregates.” ASTM Standard C33.

148. ASTM Subcommittee C09.61.2009. “Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Cylinders”. ASTM Standard C39.

149. ASTM Subcommittee E06.13.2009. “Standard Test Method for Strength of Anchors in Concrete and Masonry Elements.” ASTM Standard E488.

150. ASTM Subcommittee F16. 2010. Standard Specifications for Structural Bolts, Steel, Heat Treated, 120/105 ksi Minimum Tensile Strength.

151. Burningham, C. A., C. P. Pantelides, and L. D. Reaveley. 2011. Prestressed Concrete Girder Repair with CFRP Post-tensioned Rods. 1065-1083.

152. Chun, S., Lee, S. and Kang, N. (2007). Mechanical Anchorage in Exterior Beam-Column Joints Subjected to Cyclic Loading. ACI Structural Journal 104:1, 102-112.

153. Clayton A. Burningham, Chris P. Pantelides, Lawrence D. Reaveley (2014). New unibody clamp anchors for posttensioning carbon-fiber-reinforced polymer rods. P. 103-113.

154. Codes «Régulation thermique – 2005». – Centre Scientifique et Technique du Batiment, 2005. – 236 p.

155. Constructions légères et couvertures – Centre Scientifique et Technique du Batiment. – Paris, 2005. – 8 p.

156. Élaboration et étude d'un mortier composite à matrice minérale et fibres cellulosiques : application à l'isolation thermique en bâtiment / [Mohamed Bentchikou, Salah Hanini, Kamel Silhadi, Amor Guidoum]. – Ottawa : National Research Council of Canada, 2007. – 9 p.

157. EN 1991 Eurocode 1: Actions on structures

158. EN 1992 Eurocode 2: Design of concrete structures

159. EN 1993 Eurocode 3: Design of steel structures

160. EN 1996 Eurocode 6: Design of masonry structures

161. EN 1998 Eurocode 8: Design provisions for earthquake resistance of structures

162. EN 1998 Eurocode 9: Design of aluminium alloy structures

163. Feist W. Podstawy budownictwa pasywnego / W. Feist, U. Munzenberg, J. Thumula, B. S. Darop. – Gdansk : PIBP, 2005. – 153 p.
164. Fiche technique : "Isolation en façade" – Agence nationale de l'habitat, 2008. – 7 p.
165. Gon Kim, Hong Soo Lim and Jeong Tai Kim (2012). Development of a Double-Skin Facade For Sustainable Renovation of Old Residential Building. 16 p.
166. Hartwig M. Künzel, Helmut Künzel and Klaus Sedlbauer. Hygrothermische Beanspruchung und Lebensdauer von Wärmedämm-Verbundsystemen // Bauphysik. – 2006. – №3 (7). – P. 153 – 163.
167. Herzog T. Construire des façades. Atlas de Construction / Thomas Herzog, Roland Krippner, Werner Lang. – Lausanne, Suisse : Presses Polytechniques et universitaires romandes, 2007. – 324 p.
168. Jacquard P. La pratique de la climatisation et du chauffage thermodynamique / Patrick Jacquard, Serge Sandre. – 2e édition. – Dunod, 2009. – 396 p.
169. Li, B., Kulkarni, S. A., Leong, C. L. (2009). Seismic Performance Of Precast Hybrid-Style Concrete Connections. Journal of Earthquake Engineering 13:5. 667-689.
170. Matériaux de construction GCIV0184-2 – Le bardage / [Bayram Pinar, Deltour Delphine, Demonceau Daniel, Goots Nicolas, Rahhal Anabelle]. – Ulg, Faculté des Sciences Appliquées, Département ArGEnCo «Architecture, Géologie, Environnement et Constructions», 2006. – 19 p.
171. Netesa K. M., Radkevich A. V, Shashkina N.I. Defining aspects of façade systems reliability according to of eurocode. Наука і техніка: перспективи ХХІ століття: зб. матеріалів міжвуз. наук.-практ. конф. 1 грудня 2015 р. Дніпро: ДВНЗ «ПДАБА», 2015. С. 50-52.
172. Pallares, Luis, and Jerome F. Hajjar. 2010. "Headed Steel Stud Anchors in Composite Structures, Part II: Tensions and Interaction". Journal of Construction Steel Research 66 (02): 213-228.

173. PERFORMANCE OF EXTERIOR PRECAST BEAM-COLUMN DOWEL CONNECTION UNDER CYCLIC LOADING R. Vidjeapriya, K. P. Jaya, India, 2015, 17 p.

174. Piechowski J. Bardage rapporté sur ossature secondaire en bois. Mise en oeuvre sur les murs en béton banché ou en maçonnerie d'éléments / J. Piechowski, J.-M. Lauby // Marne-la-Vallée : CSTB, 2009. – 96 p.

175. Public Interest Energy Research (PIER) Program DRAFT PROJECT REPORT High-Performance Facades. Prepared by California energy Commission. February 2011, 84 p.

176. Radkevych A.V., Netesa K.M. Aspects definition of reliability evaluation facade systems from the view point of Eurocode. *Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна*. 2015. №. 58. С. 205-212.

177. Réfection de façades par revêtements souples d'imperméabilité à base de polymères / ITFFB, CSTB // Paris : SEBTP DL, 2008. – 31 p.

178. Terrasi, G. P., C. Affolter, and M. Barbezat. 2011. "Numerical Optimization of a Compact and Reusable Pretensions Anchorage System for CFRP Tendons". *Journal of Composites for Construction* 12 (2): 126-135.

179. Xue, W and Yang, X. (2010). Seismic Tests of Precast Concrete moment Resisting Frames and Connections. *PCI Journal* 55:3, 102-121.

ДОДАТОК А
СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ
ДИСЕРТАЦІЇ

*Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати
дисертації*

1. Radkevych A.V., Netesa K.M. Aspects definition of reliability evaluation facade systems from the view point of Eurocode. Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. 2015. №. 4 (58). С. 205-212. (Видання включено до міжнародної наукометричної бази *Index Copernicus*).
2. Радкевич А.В., Нетеса К.М. Проблематика современных фасадных систем многоэтажных жилых зданий. Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. 2016. № 61. С. 358-364.
3. Радкевич А.В., Нетеса К.М., Ткач Т.В. Ранжування факторів, що впливають на процес вибору фасадних систем. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 2018. № 37. С. 115-126.
4. Млодецький В.Р., Заяць Є.І., Ткач Т.В., Нетеса К.М. Аналіз технологічності виконання поточних ремонтів фасадних систем житлових та громадських будівель. Будівельне виробництво. 2019. №67. С. 47-49.
5. Радкевич А.В., Нетеса К.М., Ткач Т.В. Аналіз тенденцій капітальних ремонтів фасадних систем на основі публічних закупівель в системі PROZORRO. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. Серія: технічний. 2020. № 45. С. 120-130.
6. Радкевич А.В., Нетеса К.М. Розробка алгоритму вибору раціональної фасадної системи багатоповерхових будівель. Наука та

прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту. 2020. №. 6 (90). С. 82-96. (Видання включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

7. Радкевич А.В., Нетеса К.М. Проблемы и перспективы устройства фасадных систем на основе трехслойных каменных стен. *Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту: тези доповідей 74 Міжнар. наук.-практ. конф.*, 15-16 трав. 2014. Дніпро: ДНУЗТ, 2014. С. 300-301.

8. Netesa K. M., Radkevich A. V, Shashkina N.I. Defining aspects of façade systems reliability according to of eurocode. *Наука і техніка: перспективи XXI століття: зб. матеріалів міжвуз. наук.-практ. конф.* 1 грудня 2015 р. Дніпро: ДВНЗ «ПДАБА», 2015. С. 50-52.

9. Радкевич А.В., Нетеса К.Н. Проблематика современных фасадных систем многоэтажных жилых зданий. *Експлуатація та реконструкція будівель і споруд: зб. матеріалів міжнар. наук.-практ. конф.*, 13-15 жовт 2015 р. Одеса: ОДАБА, 2015. С. 98-99.

10. Радкевич А.В., Нетеса К.М., Зинкевич Е.И. Разработка методики сравнения организационно-технологической надежности и долговечности фасадных систем многоэтажных жилых зданий на основе графоаналитической модели протекания жизненного цикла фасадных систем строительных объектов. *Ефективні технології в будівництві: тези доповідей Міжнар. наук.-техн. конф.*, 7-8 квіт. 2016 р. Київ: КНУБА, 2016. С. 62-63.

ДОДАТОК Б

**ПЕРЕЛІК ОБ'ЄКТІВ КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ ФАСАДНОЇ СИСТЕМИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ
АНАЛІЗУ В ЄДИНІЙ СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОННИХ ПУБЛІЧНИХ ЗАКУПІВЕЛЬ ПРОЗОРО (PROZORRO)**

Таблиця Б1 – Перелік об'єктів капітального ремонту фасадної системи за результатами аналізу в Єдиній системі електронних публічних закупівель ПроЗорро (ProZorro).

№ з/п	Найменування об'єкту, коротка характеристика робіт капітального ремонту	Площа фасаду	Вид ремонту	Вартість робіт / усереднена вартість 1 м ²
1	2	3	4	5
1	Капітальний ремонт фасаду навчального корпусу №1 Миколаївського НВК (ЗНЗ-ДНЗ) Львівської області. Штукатурка по цеглі. Відновлення штукатурки та фарбування, улаштування гіпсових погонних ліпних виробів, установлення віконних зливів.	360 м ²	Відновлення шару штукатурки	269 120 грн 748 грн/м ²
2	Капітальний ремонт фасаду Житловий будинок, вул. Клавдіївська, 36 Святошинського району м. Києва. Розбирання облицювання стін з керамічних глазурованих плиток, улаштування утеплення фасаду мінеральними плитами товщиною 100 мм з покриттям декоративною штукатуркою «короїд».	773 м ²	Улаштування утеплення фасаду мінеральними плитами	1 249 788 грн 1616 грн/м ²
3	Капітальний ремонт: Утеплення фасаду початкового корпусу Дроговизького НВК в с. Дроговиж Миколаївського р-ну Львівської області. Штукатурка по цеглі. Ремонт передбачає відбивання штукатурки, улаштування утеплення фасадів мінераловатними плитами товщиною 100 мм з опорядженням декоративним розчином за технологією "CEREZIT".	162 м ²	Улаштування утеплення фасадів мінераловатним и плитами	278 329 грн 1718 грн/м ²

Продовження таблиці Б1

1	2	3	4	5
4	Капітальний ремонт. Утеплення західної частини фасаду Миколаївської ДЮСШ в м.Миколаєві Львівської області. Утеплення фасадів мінеральними плитами товщиною 120 мм з опорядженням декоративним розчином за технологією "CERESIT"	187 м ²	Улаштування утеплення фасадів мінераловатними плитами	273 234 грн 1461 грн/м ²
5	Капітальний ремонт фасаду (утеплення) Дмитрівської загальноосвітньої школи І-ІІІ ступенів за адресою: вул. Лісна, 42 в с. Дмитрівка Києво-Святошинського району Київської області. Утеплення фасадів мінеральними плитами товщиною 150 мм з опорядженням декоративним розчином за технологією "CERESIT", стіни гладкі	1657 м ²	Улаштування утеплення фасадів мінераловатними плитами	5 221 049 грн 3150 грн/м ² * * в проекті присутні додаткові роботи
6	Капітальний ремонт будівлі з утепленням фасаду Шамраївського навчально-виховного комплексу «Загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів – дошкільний навчальний заклад» Сквирської районної ради Київської області по вул. Шкільна, 3 в с. Шамраївка Сквирського району Київської області. Утеплення фасадів мінеральними плитами товщиною 100 мм з опорядженням декоративним розчином за технологією "CEREZIT". Стіни гладкі. Штукатурка по сітці.	2260 м ²	Улаштування утеплення фасадів мінераловатними плитами	4 729 097 грн 2092 грн/м ²
7	Капітальний ремонт та утеплення фасаду в ЗДО № 72. Утеплення фасадів мінеральними плитами товщиною 100 мм з опорядженням декоративним розчином за технологією "CEREZIT". Стіни гладкі	168 м ²	Улаштування утеплення фасадів мінераловатними плитами	530 000 грн 3154 грн/м ² * в проекті присутні додаткові роботи
8	Капітальний ремонт фасаду у житловому будинку за адресою: вул. Героїв Севастополя, 11-А у Солом'янському районі м. Києва. Утеплення полістирольним пінопластом ПСБС-40, декоративна штукатурка по сітці, зовнішнє фарбування.	277 м ²	Улаштування утеплення фасадів пінополістрирольними плитами	351 000 грн 1267 грн/м ²

Продовження таблиці Б1

1	2	3	4	5
9	Капітальний ремонт – утеплення фасаду Орівського закладу загальної середньої освіти I-III рівнів Сколівської районної ради Львівської області. Утеплення фасадів плитами з опорядженням декоративним розчином за технологією "CEREZIT". Стіни гладкі (товщ. 100мм)	62 м ²	Улаштування утеплення фасадів мінераловатними плитами	102 318 грн 1650 грн/м ²
10	Капітальний ремонт фасадів у дошкільному навчальному закладі № 623 за адресою: м. Київ, вул. Солом'янська, 16-А у Солом'янському районі м. Києва. Ремонт штукатурки гладких фасадів по каменю та бетону. Утеплення фасадів мінеральними плитами товщиною 100 мм з опорядженням декоративним розчином за технологією "CERESIT", стіни гладкі	169 м ²	Улаштування утеплення фасадів мінераловатними плитами	536 250 грн 3173 грн/м ² * в проекті присутні додаткові роботи
11	Капітальний ремонт фасаду в гімназії-інтернаті № 13 за адресою: вул. Новопольова, 106 у Солом'янському районі м. Києва. Розбирання облицювання стін з керамічних плиток. Очищення та вирівнювання стін, ґрунтування, улаштування гідроізоляції, штукатурка, облицювання стін керамічними плитками на розчині з сухої клеючої суміші.	105 м ²	Очищення та вирівнювання стін, ґрунтування, улаштування гідроізоляції, штукатурка, облицювання стін керамічними плитками на розчині з сухої клеючої суміші.	155 161 грн 1477 грн/м ²
12	Капітальний ремонт фасаду у житловому будинку за адресою: вул. Героїв Севастополя, 11-Б у Солом'янському районі м. Києва. Утеплення фасаду пінопластом товщиною 50 та 100 мм. Штукатурка по сітці та фарбування.	225 м ²	Утеплення фасаду пінопластом товщиною 50 та 100 мм. Штукатурка по сітці та фарбування.	351 000 грн 1560 грн/м ²

Продовження таблиці Б1

1	2	3	4	5
13	Капітальний ремонт фасаду у житловому будинку за адресою: вул. Василя Чумака, 8 у Солом'янському районі м. Києва. Утеплення фасаду пінополістирольними плитами 100 мм, штукатурка по сітці та фарбування.	187 м ²	Утеплення фасаду пінополістирольними плитами 100 мм, штукатурка по сітці та фарбування.	341 250 грн 1824 грн/м ²
14	Капітальний ремонт фасаду у житловому будинку за адресою: вул. Авіаконструктора Антонова, 47 (1 під'їзд) у Солом'янському районі м. Києва. Утеплення фасаду пінополістирольними плитами 100 мм, штукатурка по сітці та фарбування.	155 м ²	Утеплення фасаду пінополістирольними плитами 100 мм, штукатурка по сітці та фарбування.	251 762 грн 1624 грн/м ²
15	Капітальний ремонт фасаду житлового будинку на вул. Кошиця Олександра, 9 Дарницького району м. Києва. Утеплення фасадів мінеральними плитами товщиною 100 мм з опорядженням декоративним розчином за технологією "CEREZIT". Стіни гладкі	293 м ²	Улаштування утеплення фасадів мінераловатними плитами	689 210 грн 2352 грн/м ²
16	Капітальний ремонт фасаду житлового будинку на вул. Драгоманова, 40 Дарницького району м. Києва. Утеплення фасадів мінеральними плитами товщиною 100 мм з опорядженням декоративним розчином за технологією "CEREZIT". Стіни гладкі	277 м ²	Улаштування утеплення фасадів мінераловатними плитами	688 697 грн 2486 грн/м ²
17	Капітальний ремонт фасаду в закладі дошкільної освіти № 5 на вул. Срібнокільська, 4-а, Дарницького району м. Києва. Утеплення фасадів мінеральними плитами товщиною 150 мм та 50 мм з опорядженням декоративним розчином за технологією "CEREZIT". Стіни гладкі	696 м ²	Улаштування утеплення фасадів мінераловатними плитами	1 497 972 грн 2152 грн/м ²

Продовження таблиці Б1

1	2	3	4	5
18	Капітальний ремонт фасаду в закладі дошкільної освіти № 20 на вул. Кошиця Олександра,5-г Дарницького району м. Києва. Утеплення фасадів екструдованими пінополістирольними плитами товщиною 100 мм з опорядженням декоративним розчином за технологією "CEREZIT". Утеплення фасадів мінеральними плитами товщиною 150 мм з опорядженням декоративним розчином за технологією "CEREZIT". Стіни гладкі	1721 м ²	Улаштування утеплення фасадів екструдованими пінополістирольними плитами. Улаштування утеплення фасадів мінераловатними плитами	4 464 498 грн 2594 грн/м ²
19	Капітальний ремонт фасаду в закладі дошкільної освіти № 696 на проспекті Бажана Миколи, 9-є Дарницького району м. Києва. Утеплення фасадів екструдованими пінополістирольними плитами товщиною 100 мм з опорядженням декоративним розчином за технологією "CEREZIT". Утеплення фасадів мінеральними плитами товщиною 150 мм з опорядженням декоративним розчином за технологією "CEREZIT". Стіни гладкі. Відновлення штукатурки.	343 м ²	Улаштування утеплення фасадів екструдованими пінополістирольними плитами. Улаштування утеплення фасадів мінераловатними плитами. Відновлення штукатурки.	1 497 809 грн 4366* грн/м ² * в проекті присутні додаткові роботи
20	Капітальний ремонт даху та утеплення фасаду будівлі «Рокинівського НВК Княгининівської сільської ради». Утеплення фасадів мінеральними плитами товщиною 120 мм з опорядженням декоративним розчином за технологією "CEREZIT". Стіни гладкі.	1611 м ²	Утеплення фасадів мінеральними плитами товщиною 120 мм з опорядженням декоративним розчином.	1 500 183 грн 931 грн/м ²

Продовження таблиці Б1

21	Капітальний ремонт фасаду у житловому будинку за адресою: вул. Миколи Василенка, 8 у Солом'янському районі м. Києва. Утеплення фасадів мінеральними плитами товщиною 100 мм з опорядженням декоративним розчином за технологією "CEREZIT". Стіни гладкі.	145 м ²	Утеплення фасадів мінеральними плитами товщиною 100 мм з опорядженням декоративним розчином .	380 210 грн 2622 грн/м ²
22	Капітальний ремонт – утеплення фасаду Орівського закладу загальної середньої освіти І-ІІІ рівнів Сколівської районної ради Львівської області. Утеплення фасадів мінеральними плитами товщиною 100 мм з опорядженням декоративним розчином за технологією "CEREZIT". Стіни гладкі.	62 м ²	Утеплення фасадів мінеральними плитами товщиною 100 мм з опорядженням декоративним розчином.	100 957 грн 1628 грн/м ²
23	Капітальний ремонт з утепленням фасаду ДНЗ в с.Семенівка Пустомитівського району Львівської області. Утеплення фасадів мінераловатними плитами товщиною 120 мм з опорядженням декоративним розчином за технологією "CEREZIT". Стіни гладкі	305 м ²	Утеплення фасадів мінеральними плитами товщиною 120 мм з опорядженням декоративним розчином.	634 009 грн 2078 грн/м ²
24	Роботи з капітального ремонту щодо покращення енергозбереження будівлі. Утеплення фасаду Баришівського навчально-виховного комплексу «гімназія – загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів» Баришівської селищної ради Київської області по вул. Добра 17, смт. Баришівка, Баришівського р-ну, Київської області. Утеплення фасадів мінеральними плитами товщиною 150 мм та оздоблення декоративним розчином по технології CEREZIT. Стіни гладкі	2553 м ²	Утеплення фасадів мінеральними плитами товщиною 150 мм з опорядженням декоративним розчином.	9 498 000 грн 3720* грн/м ² * в проекті присутні додаткові роботи

Продовження таблиці Б1

1	2	3	4	5
23	Капітальний ремонт з утепленням фасаду ДНЗ в с.Семенівка Пустомитівського району Львівської області. Утеплення фасадів мінераловатними плитами товщиною 120 мм з опорядженням декоративним розчином за технологією "CEREZIT". Стіни гладкі	305 м ²	Утеплення фасадів мінеральними плитами товщиною 120 мм з опорядженням декоративним розчином.	634 009 грн 2078 грн/м ²
24	Роботи з капітального ремонту щодо покращення енергозбереження будівлі. Утеплення фасаду Баришівського навчально-виховного комплексу «гімназія – загальноосвітня школа I-III ступенів» Баришівської селищної ради Київської області по вул. Добра 17, смт. Баришівка, Баришівського р-ну, Київської області. Утеплення фасадів мінеральними плитами товщиною 150 мм та оздоблення декоративним розчином по технології CEREZIT. Стіни гладкі	2553 м ²	Утеплення фасадів мінеральними плитами товщиною 150 мм з опорядженням декоративним розчином.	9 498 000 грн 3720* грн/м ² * в проекті присутні додаткові роботи
25	Капітальний ремонт фасадів підліткового клубу «Ровесник», м. Київ, Вулиця Пожарського, 1. Ремонт передбачає розбирання облицювання стін з керамічних глазурованих плиток, гідроізоляцію фасаду, декоративне штукатурення стін фасадів та окрашування фарбою.	57 м ²	Розбирання облицювання стін з керамічних глазурованих плиток, гідроізоляція, штукатурення та окрашування.	100 000 грн 1754 грн/м ²
26	Виконання робіт з реалізації енергоефективних заходів в житлових будинках ОСББ (ЖБК) міста Києва. Капітальний ремонт (утеплення фасадів) житлових будинків ЖБК "Академічний-9" за адресою: вул. М. Закревського, 23А, вул. Т. Драйзера, 1/25, вул. Т. Драйзера, 3 Деснянський район, м. Київ. Утеплення фасадів мінеральними плитами товщиною 100 мм з опорядженням декоративним розчином за технологією "CEREZIT". Стіни гладкі.	4407 м ²	Утеплення фасадів мінеральними плитами товщиною 100 мм з опорядженням декоративним розчином.	4 799 999 грн 1089 грн/м ²

Закінчення таблиці Б1

1	2	3	4	5
27	Капітальний ремонт фасаду ЦНП Деснянського району м. Києва по вулиці Закревського Миколи, 67А. Утеплення фасадів мінеральними плитами товщиною 100 мм з опорядженням декоративним розчином за технологією "CEREZIT". Стіни гладкі	334 м ²	Утеплення фасадів мінеральними плитами товщиною 100 мм з опорядженням декоративним розчином.	990 000 грн 2964 грн/м ²
28	Капітальний ремонт фасаду Будинку культури, вул. Радосинська, 27. Ремонт передбачає розбирання облицювання стін з керамічних глазурованих плиток, утеплення фасадів мінеральними плитами товщиною 100 мм з опорядженням декоративним розчином за технологією "CEREZIT". Стіни гладкі	199 м ²	Розбирання облицювання стін з керамічних глазурованих плиток, Утеплення фасадів мінеральними плитами товщиною 100 мм з опорядженням декоративним розчином.	421 000 грн 2115 грн/м ²
29	Капітальний ремонт фасаду ПС 220 кВ «Азовська», Будівля щита керування ЗРУ 6 кВ. Відбивання штукатурки; ґрунтування; шпаклювання; фарбування	766 м ²	Відбивання штукатурки по цеглі та бетону зі стін; ґрунтування стін; шпаклювання та фарбування	833 954 грн 1088 грн/м ²
30	Проведення капітального ремонту з утеплення фасаду житлового будинку за адресою: м.Дніпро, бул. Зоряний 1, секція 4. Утеплення фасадів мінеральними плитами товщиною 100 мм з опорядженням декоративним розчином за технологією "CEREZIT". Стіни гладкі	571 м ²	Утеплення фасадів мінеральними плитами товщиною 100 мм з опорядженням декоративним розчином.	969 999 грн 1698 грн/м ²

ДОДАТОК В

Довідки про впровадження результатів дослідження

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Перший проректор Дніпровського
національного університету
залізничного транспорту імені
академіка В. Лазаряна



д.т.н., професор

Б.Є. Боднар

2021 р.

Матеріали

впровадження результатів дисертаційної роботи на здобуття наукового ступеню кандидата технічних наук зі спеціальності 05.23.08 – технологія та організація промислового та цивільного будівництва Нетеси Костянтина Миколайовича на тему «Вдосконалення та визначення раціональних організаційно-технологічних рішень влаштування фасадних систем багатоповерхових цивільних будівель»

В навчальному процесі кафедри «Будівельне виробництво та геодезія» Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна при підготовці фахівців за ОП «Промислове і цивільне будівництво» першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» використовуються наступні результати даної дисертаційної роботи:

1. Методика вибору раціональної фасадної системи багатоповерхових житлових та громадських будівель;
2. Способи підвищення ефективності процесів вибору, влаштування та експлуатації фасадів багатоповерхових будівель;
3. Приклади ефективного використання сучасних фасадних систем в практиці зведення, реконструкції, капітальних ремонтів та експлуатації багатоповерхових будівель.

Використання даних результатів дозволяє:

- підвищити методичний рівень викладання дисциплін «Технологія будівельного виробництва» та «Технологія спеціальних робіт»;
- виконувати магістерські дипломні роботи з використанням сучасних інноваційних розробок в будівництві.

Декан факультету промислового та
цивільного будівництва, к.т.н., доцент

А.В. Краснюк

ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "СТУДІЯ 9"

p/p UA 67 305299 00000 26009050519493
в АТ КБ Приватбанк, МФО 305299
ЄДРПОУ 43687049
Не є платником ПДВ

49094, Україна, м. Дніпро
вул. Набережна Перемоги,
108, корп. 10, кв. 14
Email: studio9ua@gmail.com

Довідка

про впровадження результатів дисертаційного дослідження
Нетеси Костянтина Миколайовича на тему «Вдосконалення та визначення
раціональних організаційно-технологічних рішень влаштування фасадних систем
багатоповерхових цивільних будівель»

Робота посвячена вдосконаленню існуючих процесів влаштування та експлуатації фасадних систем, зокрема процесу вибору раціональних фасадних систем на основі організаційно-технологічних параметрів систем. Аналізом сучасних фасадних систем встановлені переваги та недоліки кожної з них, зокрема проблема відсутності визначення раціональних тривалостей міжремонтних періодів, а також ефективного визначення поточного стану складових фасадної системи для прогнозування тривалості ефективної експлуатації.

Шляхом ранжування факторів, що впливають на вибір раціональної фасадної системи, зформована математична модель, застосування якої дозволило розробити алгоритм вибору раціональної фасадної системи для конкретного об'єкту будівництва, придатного для застосування будь-яким учасником будівельного процесу шляхом заповнення алгоритму.

Порівняння вартості влаштування та експлуатації фасадних систем протягом запроєктованого терміну служби будівлі підвищує енергоефективність та якість експлуатації прийнятих організаційно-технологічних рішень.

Директор ТОВ «Студія 9»



Ревякін М. О.



ARCHITECTURAL BUREAU

ТОВ "ОМЕГА АРХИТЕКЧЕРАЛ БЮРО"

ЄДРПОУ: 43223590

ПІН: 432235904629

Адреса: 49000, м. Дніпро, вул. Січових Стрільців, буд. 46

Р/р № UA393510050000026007878971910 в АТ «УкрСиббанк»

Вих. 16/02-21 від 16.02.2021р.

Довідка про впровадження результатів дисертаційного дослідження Нетеси Костянтина Миколайовича на тему «Вдосконалення та визначення раціональних організаційно-технологічних рішень влаштування фасадних систем багатоповерхових цивільних будівель».

Був розглянутий процес улаштування та експлуатації фасадних систем, зокрема процес вибору раціональної фасадної системи для конкретного об'єкту з урахуванням умов експлуатації.

Суть запропонованих рішень відносно вибору раціональної фасадної системи полягає у всебічному дослідженні факторів, що впливають на вибір раціональної фасадної системи. Ці фактори ранжовані методом експертного опитування. За результатами кореляційного та регресійного аналізу створено модель впливу найбільш важливих з них на результуючий показник – вартість експлуатації фасадної системи.

В результаті створений алгоритм вибору раціональної фасадної системи, придатний до застосування будь-яким учасником будівельного процесу.

Розробка прийнята до впровадження при визначенні архітектурних рішень багатоповерхових житлових та громадських будівель.

Директор
ТОВ «ОМЕГА АРХИТЕКЧЕРАЛ БЮРО»



Щепоповал О.М.

Товариство з обмеженою відповідальністю "ОМЕГА-СКС"
ЄДРПОУ 39085846,
р/р 26009050246573,
Комерційний банк "Приватбанк"
ПІН 390858404663,
49000, м. Дніпро, вул. Луговська, буд.65
Вих. №200121/1 від 20.01.2021р.



Довідка

про впровадження результатів дисертаційного дослідження

Нетеси Костянтина Миколайовича на тему «Вдосконалення та визначення раціональних організаційно-технологічних рішень влаштування фасадних систем багатоповерхових цивільних будівель»

В процесі виконання дисертаційної роботи здобувачем було вдосконалено процес улаштування та експлуатації сучасних фасадних систем багатоповерхових житлових та громадських будівель. Основою запропонованих рішень є раціоналізація тривалості міжремонтних періодів та вибір найбільш ефективного варіанту виконання капітального ремонту.

Надані рекомендації щодо вибору раціональної фасадної системи дозволяють ефективно виконувати вибір раціональної фасадної системи будь-яким учасником будівельного процесу шляхом заповнення алгоритму. Порівняння вартості улаштування та експлуатації фасадних систем протягом запроєктованого терміну служби будівлі підвищує енергоефективність та якість експлуатації прийнятих організаційно-технологічних рішень.

З повагою
Директор



Шаповал С.М.