

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

УДК 725.1-043.82

М. О. ПОЛТАВЕЦЬ^{1*}, О. І. ЛАХТАРЕНКО²

^{1*} Кафедра промислового та цивільного будівництва, Запорізький національний університет, пр. Соборний, 226, м. Запоріжжя, Україна, 69606, тел. +38(050) 710 00 58, ел. пошта poltavmar@ukr.net, ORCID 0000-0003-0504-5278

² Кафедра промислового та цивільного будівництва, Запорізький національний університет, пр. Соборний, 226, м. Запоріжжя, Україна, 69606, ел. пошта lahtarenko28@gmail.com, ORCID 0009-0009-6544-2321

АКТУАЛЬНІ ТЕНДЕНЦІ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ЯКОСТІ В ПРОМИСЛОВОМУ БУДІВНИЦТВІ

Мета. Континуація життєвого циклу будівельної продукції досягається за рахунок використання новітніх технологій комплексотехнічного підходу, який включає створення і застосування устаткування і матеріалів, компенсуючих функціональні витрати будівлі на етапі експлуатації. **Методика.** Дослідження показників експлуатаційної якості та характеристик виробничих операцій в будівництві описуються залежностями та алгоритмами технологій ресурсозбереження і безпеки будівлі. Проблематика питань з виявлення причин втрати надійності об'єктів та контролю ресурсовикористання потребує обліку змін умов зовнішнього і внутрішнього середовища, діагностованих в попередніх циклах проектування цього об'єкту (прототип) або подібних об'єктів (аналог), дозволяє виявити їх у вигляді норм інвестиційно-будівельного проекту, обґрунтувати і розробити технології формування його експлуатаційної якості. **Результати.** Обґрунтовано пошук сучасних підходів до моделювання, результативного коригування та розробки оптимізаційних технологій в формуванні експлуатаційної якості для ефективної реалізації інвестиційно-будівельних проектів. **Наукова новизна.** Досліджено технологічний комплекс системоутворюючих регуляторів експлуатаційної якості в будівництві, як важелів реалізації будівельних проектів та прикладний інструментарій оцінювання, прогнозування параметрів експлуатаційної якості будівельної продукції, що дозволяє своєчасно реагувати на вимоги замовника будівельного проекту та вносити необхідні корективи в хід виконання будівельних процесів, з метою додержання запланованих стандартів експлуатаційної якості. **Практична значимість.** Виконання теоретичних та практичних обґрунтувань та науково-практичного дослідження з розробок технологій формування експлуатаційної якості в будівництві. Обґрунтовані існуючі принципи управлінської діяльності з оцінки та підвищення експлуатаційної якості на всіх етапах життєвого циклу об'єкту будівництва та у виробничих процесах з урахуванням сучасних умов світового ринку, який висуває сурові вимоги до будівельної продукції на всіх стадіях її створення. Розроблені підходи по реалізації технології підвищення експлуатаційної якості промислових будівель, які посприяли збільшенню рівня надійності об'єкту та оптимального рівня виробничого ресурсозбереження. Запропоновані концепції континуації життєвого циклу будівельної продукції за рахунок використання новітніх технологій комплексотехнічного підходу в процесі створення і застосування устаткування і матеріалів, компенсуючих функціональні витрати будівлі на етапі експлуатації. Застосовані новітні підходи до моделювання, результативного коригування та розробки оптимізаційних технологій в формуванні експлуатаційної якості для ефективної реалізації інвестиційно-будівельних проектів.

Ключові слова: якість, будівництво, експлуатація, показник, оптимізація, обстеження, технічний стан, фізичний і моральний знос, надійність, життєвий цикл, ризик

Вступ

Інтеграційні спрямування прогресивної сучасності орієнтовані на вдосконалення процесів управління якістю в будівельних виробничих системах. В світовому суспільстві панує вимога забезпечення відповідності проміжної та готової будівельної продукції до міжнародних галузевих стандартів і вимог споживачів, що поєднується з прагненням ефективного використання та зменшення виробничих витрат на віднов-

лення та реконструкцію об'єктів будівництва з подальшим зниженням підсумкової кошторисної вартості.

Останніми роками великої актуальності набули процеси з вирішення проблем орієнтованих на задоволення вимог не лише кінцевого споживача, але і інших зацікавлених в експлуатаційній якості будівельної продукції сторін, включаючи власників виробництва, інвесторів будівництва, експлуатуючих організацій та ін. Саме таке спрямування проблематики питання

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

вимагає проведення теоретичних і експериментальних досліджень ефективності технологічних процесів, виявлення загальних науково-виробничих закономірностей шляхом моделювання і оптимізації організаційно-технологічних рішень на кожному етапі життєвого циклу будівельної продукції.

Засади перспективності експлуатаційної якості будівництва вказують на існування оптимізаційної залежності значення тривалості життєвого циклу будівельного об'єкту від факторів впровадження нових прогресивних технологічних і конструктивних рішень вдосконалення технологій проєктних і будівельних робіт по перевлаштуванню і спрощення умов експлуатації об'єкту. Все це обґрунтовує необхідність розширення та розвитку наукового підґрунтя, методів та засобів контролю підвищення експлуатаційної якості продукції в будівництві і його виробничо-технічного рівня.

Мета

Континуація життєвого циклу будівельної продукції досягається за рахунок використання новітніх технологій комплексотехнічного підходу, який включає створення і застосування устаткування і матеріалів, компенсуючих функціональні витрати будівлі на етапі експлуатації. Це обґрунтовує пошук сучасних підходів до моделювання, результативного коригування та розробки оптимізаційних технологій в формуванні експлуатаційної якості для ефективної реалізації інвестиційно-будівельних проєктів.

Методика

Дослідження показників експлуатаційної якості та характеристик виробничих операцій в будівництві описуються залежностями та алгоритмами технологій ресурсозбереження і безпеки будівлі. Проблематика питань з виявлення причин втрати надійності об'єктів та контролю ресурсовикористання потребує обліку змін умов зовнішнього і внутрішнього середовища, діагностованих в попередніх циклах проєктування цього об'єкту (прототип) або подібних об'єктів (аналог), дозволяє виявити їх у вигляді норм інвестиційно-будівельного проєкту, обґрунтувати і розробити технології формування його експлуатаційної якості (Arutiunian, Poltavets, Achacha, M., et al., 2021).

Особлива роль забезпечення у процесі задоволення особистих потреб людини належить будівництву та експлуатаційній якості будівельних об'єктів. У масштабах великих виробничих будівельних систем ця кінцева мета з забезпечення якості реалізується поетапно. Ці етапи пов'язані з рівнем розвитку соціальних потреб споживача, оскільки будівництво створює такі характеристичні напрямки впливу:

- будівництво зобов'язано безпосередньо задовольняти потреби людини в житлі, тобто реалізується будівельною продукцією першого, найвищого рівня;

- будівництво виконує функцію сприяння при задоволенні інших господарських та виробничих потреб, наприклад забезпечення приміщеннями для виробництва, зберігання й збуту продуктів харчування, предметів споживання і послуг;

- будівництва продукція є підґрунтям у процесі виготовлення засобів виробництва для випуску предметів споживання та надання послуг;

- рівень якості будівельної продукції пов'язаний із виготовленням засобів виробництва, зазначених вище;

- будівельна продукція ефективно використовується для виробництва іншої будівельної продукції.

Сукупність вищезазначених вимог формує відповідний експлуатаційний режим будівельного об'єкта, який підтримується всередині будівлі комплексом інженерно-технічних систем сучасного прогресивного світу. Поєднуючись з будівельною-конструктивною системою, об'ємно-планувальними параметрами і поверховістю будівлі, інженерно-технічні системи визначають її планувальні та просторово-композиційні концепції, які утворюють загальний вигляд та формують функціональний напрям (Arutiunian, I., Dankevych, Arutiunian, Y., et al., 2020; Arutiunian, Poltavets, Bondar, Anin, & Pavlov, 2020).

В залежності від функціонального призначення та місця розташування проєкт будівництва випробує на собі різноманітні статичні та динамічні навантаження, такі як вібрації від потужного устаткування в промислових об'єктах, агресивні дії хімічних середовищ, а також навантаження від великої кількості людей в об'єктах цивільного призначення. Екс-

платуаційні обставини під час використання будівельного об'єкту утворюють вимоги до його надійності, яка ефективно може бути забезпечена використанням прогресивних, міцних будівельних матеріалів, сучасних технологій утримання об'єктів та інноваційних методик обстеження та моніторингу технічного стану будівель та споруд.

Наведені особливості експлуатаційної якості прораховуються на предмет можливих ризиків і небезпек ще на етапі проектування будівельного об'єкту. Будівля або споруда, яка не відповідає вимогам експлуатаційної якості залишається заблокованою до функціонально реалізації або виробничого процесу, що викликає наявність збиткових фінансових активів та неоптимальний економічний стан.

Досліджуючи сутність діяльності проектувальників, будівельників та експлуатаційників, легко встановити, що всі вони вирішують одне й те саме завдання, але на різних етапах і тому різними засобами: надають будівлі (потім підтримують) необхідні згідно з його призначенням експлуатаційні якості, такі як міцність, герметичність, теплозахист та ін.

Сучасне будівництво дотримується принципів технології безвідходного виробництва і технології енергозбереження, які дозволяють понизити витрати ресурсів з максимальною згідно з оптимізаційною метою будівельних проєктів. Крім того, серед фахівців набирає популярність використання сучасного і ергономічного устаткування, яке дозволяє середовище на об'єкті будівництва зробити якіснішою.

Виходячи з цього, систематичне вивчення функціонування та роботи конструктивних елементів будівель у лабораторних та натурних умовах, узагальнення багатогранного досвіду їх експлуатації дозволяють удосконалювати норми їх проектування, науково обґрунтувати значення параметрів певних експлуатаційних якостей (Павлов, І. Д., Полтавець, & Павлов, Ф. І., 2020; Полтавець, Арутюнян, & Ажажа, 2021).

Експлуатаційні якості будівельних об'єктів різного призначення оцінюються по-різному бо різні експлуатаційні характеристики мають і конструкції з різних матеріалів. Під параметрами експлуатаційних якостей будівель слід розуміти науково обґрунтовані характеристики (одну або кілька) конструктивного елемента, середовища та ін. (рис. 1).

Система параметрів експлуатаційної якості формуються двома групами, які відображають фізичний та моральний напрями довготривалості життєвого циклу будівельних об'єктів.



Рис. 1. Система параметрів експлуатаційної якості в будівництві

Подальше поєднання етапів проектування, зведення та експлуатації будівель та споруд ґрунтується на ідентифікації, матеріалізації та підтриманні параметрів експлуатаційної якості згідно з цільовими напрямками. Учасники виробничої системи виконують необхідні процеси, які відповідають функціональним керункам: проектування та технічне завдання, зведення та реалізація інвестиційно-будівельного проєкту, експлуатаційна підтримка належного рівня якості при споживанні (Данкевич, 2019, 2020).

За таких умов дослідження параметрів експлуатаційної якості ґрунтуються на гіпотезах теорії зносу та відновлення будівель, методах обстеження технічного стану, нормативних положеннях ремонту та реконструкції будівельних об'єктів та їх частин. Наукове дослідження спрямоване на виконання робіт з технічного обстеження будівельних конструкцій промислового об'єкту будівництва. Різноманітність впливів на будівельний об'єкт, викликаних оточуючими обставинами середовища потребують здійснення регулярних робіт з технічного обстеження будівельних конструкцій та визначення рівня надійності будівлі на певному етапі її життєвого циклу. Зазвичай аварії будівельних конструкцій викликані недоліками та помилками в проектуванні, виготовленні або монтажі конструкцій. Крім того існує можливість аварій та руйнувань внаслідок непередбачених трагічних обставин від військових подій, від неналежної експлуатації будівель чи подій стихійного лиха, пожеж тощо.

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

Це все доводить важливість та необхідність процесів обстеження будівель, інженерних споруд та їх частин, визначення технічного стану, оцінки фізичного та морального зносу. Після чого приймається управлінське рішення щодо особливостей подальшої експлуатації будівлі чи прийняття рішень щодо ремонту, підсилення та відновлення будівельних конструкцій.

Проведемо дослідження фізичного зносу промислових об'єктів. Наукове дослідження

грунтується на виконанні обстеження виробничо-механічного корпусу № 132, розташованого в м. Запоріжжя, ДП «Івченко-Прогрес» 63Т-1286-ОБ-ТЗ, на основі чого встановлені фактична несуча здатність і експлуатаційна придатність будівельних конструкцій та основ – з метою використання цих даних для визначення подальшої експлуатації або розробки проекту реконструкції (рис. 2).

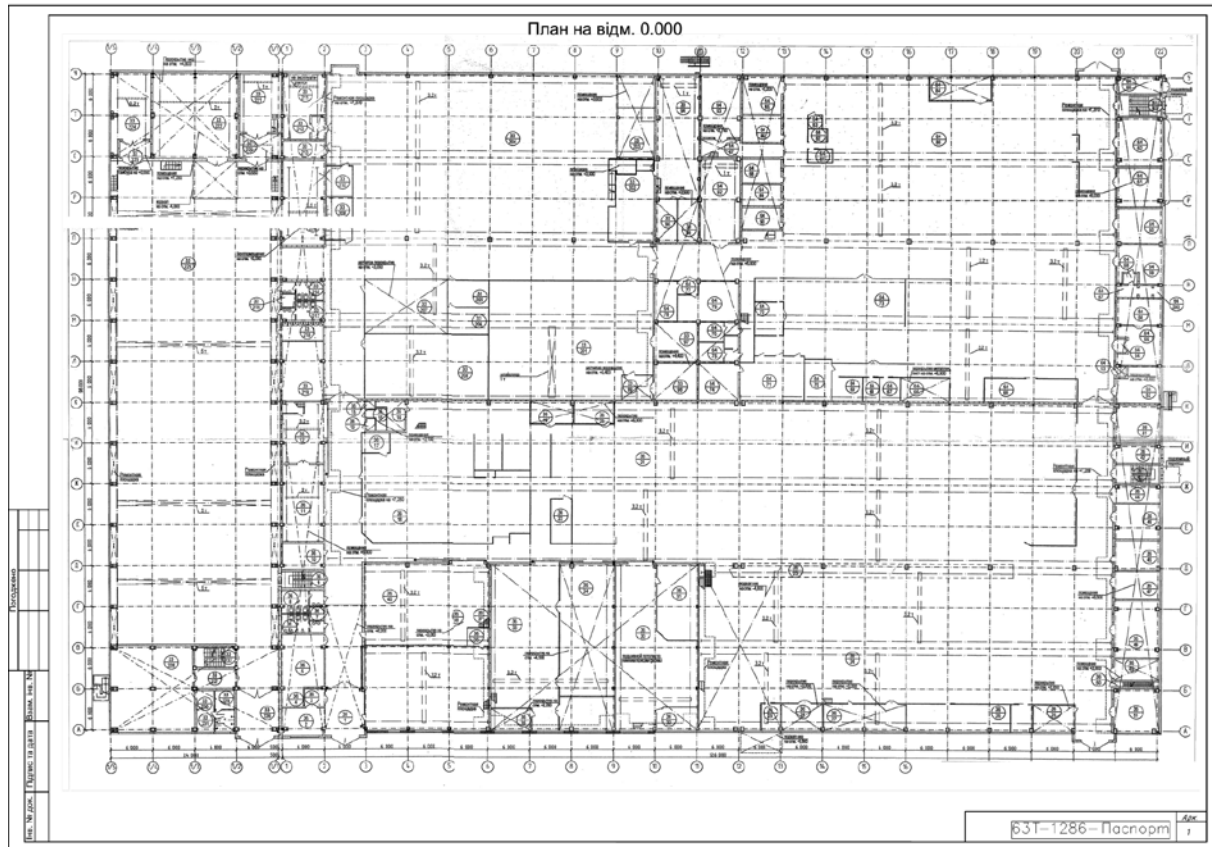


Рис. 2. План досліджуваного будівельного об'єкту виробничо-механічного корпусу №132 ДП «Івченко-Прогрес» 63Т-1286-ОБ-ТЗ в м. Запоріжжя

Результати

Авторами-науковцями здійснений пошук оптимальних варіантів конструктивно-планувального рішення, методів та способів можливого підсилення несучих конструкцій з урахуванням технологічності та функціонального призначення, забезпечення мінімуму трудових витрат, матеріальних ресурсів і часу на їхню реалізацію.

Введення в експлуатацію будь-якої будівлі передбачає певний рівень надійності, тобто відповідності вимогам технологічної і технічної експлуатації. Звідси виникає велика актуаль-

ність проблеми забезпечення надійності технічних об'єктів, у тому числі будівель, споруд та будівельних конструкцій, адже технічні відмови призводять до матеріальних збитків та соціальних втрат.

В результаті дослідження встановлено, що рівень надійності технічного об'єкту регулюється співвідношення між їх властивостями та впливами експлуатаційного середовища. Тобто досягнути підвищення рівня надійності можна завдяки збільшенню його загальної вартості. Залежність надійності об'єкту від його вартості зображена на рис. 3 графіками початкової вартості C_1 та вартості експлуатації об'єкту C_2 .

Графічна інтерпретація відображає зростання рівня надійності при зменшенні експлуатаційних витрат на технічне обслуговування й ремонти та втрати від імовірних відмов у вигляді відновлення об'єкта, збитків від простоїв, неекономічних втрат. Графік початкової вартості об'єкта C_1 та вартості його експлуатації C_2 , включаючи збитки від відмов, утворюють криву впливів середовища P , яка на певному відрізку приймає мінімальні значення. Цей свідчить про наявність оптимального рівня надійності даного об'єкта в певних умовах експлуатації.

Це все доводить що зміна окремих складових вартості відповідним чином змінює оптимальний рівень надійності. Впроваджено та реалізовано задачу пошуку оптимального рівня надійності математичними методами, в котрій враховувались фінансові збитки, рівень розвитку суспільства і техніки.

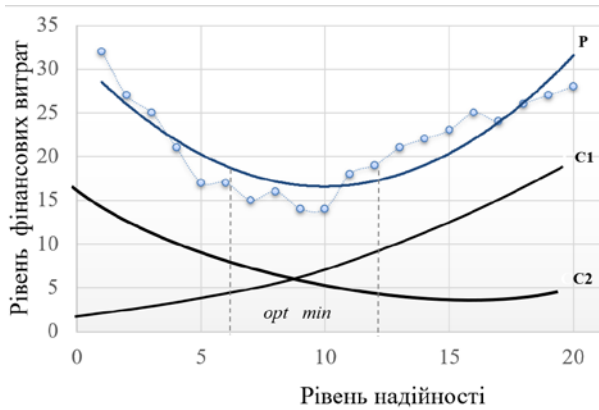


Рис. 3. Графічна інтерпретація залежностей витрат від рівня надійності будівельного об'єкта

В процесі експлуатації досліджуваного об'єкта виявлено, що зниження надійності відбувається в результаті природно-кліматичних і технологічних дій і пов'язане з погіршенням технічних і пов'язаних з ними інших експлуатаційних показників, тобто фізичним зносом (Storn, & Price, 1997; Drukis, Gaile, Valtere, Pakrastins, & Goremikins, 2017; Abdollahzadeh, Faghihmaleki, & Avazeh, 2020).

На момент виконання дослідження оцінка фізичного зносу виражалася співвідношенням вартості об'єктивно необхідних ремонтних заходів, що усувають ушкодження будівельних конструкцій і їх відновної вартості.

Значення фізичного зносу будівельного об'єкта визначило такі характеристики об'єкту як вартість і надійність.

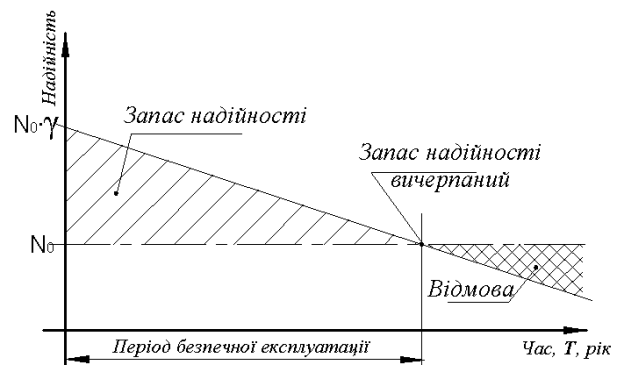


Рис. 4. Графік зміни надійності об'єктів будівництва у часі

Визначимо фізичний знос промислового об'єкту деякою функцією Y , яка динамічно міняється в часі t .

Процес фізичного зносу може бути представлений:

- функцією амортизації будівлі $Y_{ам}$;
- функцією фізичного зносу по технічному стану $Y_{тех.ст.}$;
- функцією фізичного зносу по терміну служби $Y_{тер.сл.}$.

Кожна з представлених функцій зносу має своє достовірне обґрунтування (рис 5). При оцінці залишкової вартості об'єкту розрізняють усунений і неусунений знос.

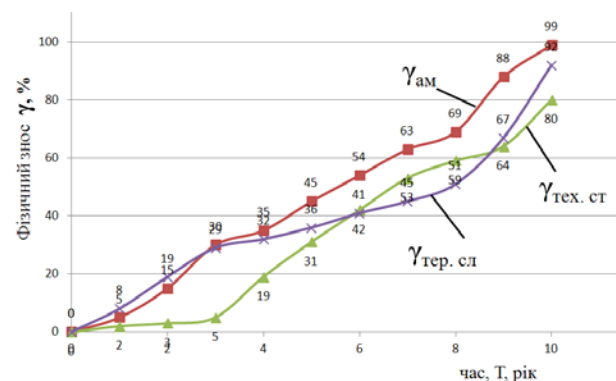


Рис. 5. Графіки зміни функцій зносу досліджуваного промислового об'єкту у часі

Деякі будівельні конструкції та елементи будівлі можуть повністю замінюватися (замінювані елементи) в процесі експлуатації будівлі і, відповідно, їх фізичний знос є повністю усуненим.

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

Будівельні конструкції і елементи, які є незамінними в процесі експлуатації будівлі повністю не замінюються, тому фізичний знос таких елементів може бути усунений лише частково. Виконання ремонтних робіт дозволяє зменшити значення фізичного зносу будівлі, але не зупинить такий процес повністю, проте це дозволяє істотно збільшити тривалість життєвого циклу будівлі.

Дослідження експлуатаційної якості будівельних і монтажних робіт визначалось умовами дотриманням вимог технологічних операцій і процесів функціонування; своєчасним оглядом та контролем; наявністю кваліфікованих кадрів; організацією служби контролю та управління експлуатаційною якістю.

Для забезпечення надійності об'єкта, що експлуатується протягом, наприклад, чверті розрахункового часу, рекомендовано організувати обстеження будівель і споруд за етапами попереднього обстеження, детального інструментального обстеження; визначення фізико-технічних характеристик матеріалів обстежуваних конструкцій в лабораторних умовах; аналізом і узагальненням результатів обстежень.

Детальне інструментальне обстеження об'єкту охоплювало комплекс робіт, пов'язаних з виявленням: 1) умов та факторів, які формують мікроклімат приміщень і їх кількісні показники, і відповідність отриманих результатів до нормативних вимог; 2) фізичного зносу та технічного стану будівельних конструкцій, а також визначення їх придатності для подальшої експлуатації у відповідності з нормативними вимогами.

Характер і обсяг натурних обстежень визначають конкретними завданнями, сформульованими замовником робіт.

При виконанні обстеження стану несучих конструкцій будівлі и також вивчалися несуча здатність основи будівлі та міцнісні характеристики фундаментів, виключно з параметрами деформацій.

Основним завданням попереднього обстеження об'єкта є визначення загального стану будівельних конструкцій та внутрішнього середовища в приміщеннях, призначених для проживання або використання у виробничих та інших утилітарних цілях. При попередньому обстеженні визначався стан несучих і огорожувальних конструкцій з урахуванням їх на-

дійності при екстремальних навантаженнях і впливах (Радкевич, Бичевий, & Мішук, 2020; Grubišić, M., Ivošević, & Grubišić, A., 2019).

Детальне обстеження виконувалось у випадку, якщо експлуатаційна надійність конструкцій викликає побоювання і вимагає ремонту або підсилення.

При проектуванні в розрахунках використовувалось ряд коефіцієнтів, які характеризують конкретні умови при створенні або експлуатації об'єкта, серед яких можна назвати основні.

Коефіцієнт надійності матеріалу χ_m – враховує в процесі проектування можливий несприятливий відхилення характеристик використовуваних матеріалів від їх нормативних значень.

Коефіцієнт надійності за навантаженням χ_p – враховує можливий розкид навантажень і впливів.

Коефіцієнт надійності по відповідальності χ_n – враховує відповідальність будівель і споруд, що характеризується економічними, соціальними та/або екологічними наслідками у разі їх відмов.

Виконаємо дослідження вищезазначених коефіцієнтів для промислового будівництва (рис. 6).

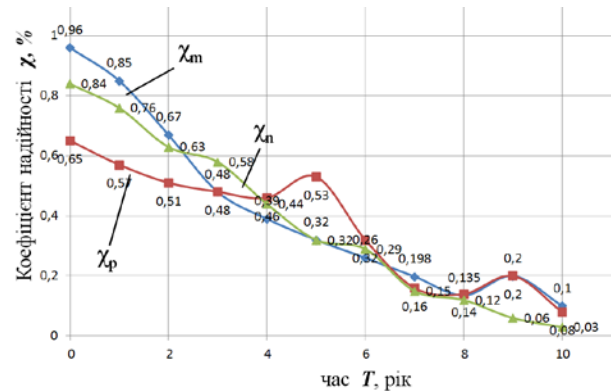


Рис. 6. Графіки зміни коефіцієнтів надійності для досліджуваного об'єкта у часі

На сучасному етапі розвитку теорії надійності імовірнісні розрахунки з метою оцінювання імовірності відмови чи безвідмовної роботи виконуються лише для унікальних будівельних об'єктів. У випадку масового будівництва теорія надійності звичайно використовується в якості засобу регулювання рівня експлуатаційної надійності при розробленні норм проектування, які встановлюють вихідні дані та способи розрахунків конструкцій усіх видів.

Експлуатаційна надійність є надійністю об'єкта при експлуатації з урахуванням впливу факторів навколишнього середовища. Формування процесів експлуатаційної надійності відображене так:

$$K_{ТД} \in K_{ТО} \in K_{СТН},$$

де $K_{ТД}$ – коефіцієнт технічної діагностики; $K_{ТО}$ – коефіцієнт технічного обслуговування; $K_{СТН}$ – коефіцієнт статистичної теорії надійності.

Таким чином, і технічна діагностика і технічне обслуговування можуть і повинні бути спадкоємцями методів статистичної теорії надійності, оскільки є елементами теоретичної системи з позицій принципу системності і гармонізації.

Висновок про стан об'єкта робиться на підставі аналізу комплексу досліджень, що визначають міцність і надійність усіх несучих елементів, починаючи від стану ґрунтів основ до конструкцій покрівлі, а також з урахуванням забезпечення санітарно-гігієнічних нормативних вимог до приміщень будівлі або споруди.

Наукова новизна та практична значимість

Полягає в виконанні теоретичних та практичних обґрунтувань та досліджень технологій формування експлуатаційної якості в будівництві.

Досліджено технологічний комплекс системоутворюючих регуляторів експлуатаційної якості промислового будівництва, як важелів реалізації будівельних проєктів та прикладний інструментарій оцінювання, прогнозування параметрів експлуатаційної якості будівельної продукції, що дозволяє своєчасно реагувати на вимоги замовника будівельного проєкту та вносити необхідні корективи в хід виконання будівельних процесів, з метою додержання запланованих стандартів експлуатаційної якості.

Висновки

Обґрунтовані існуючі принципи управлінської діяльності з оцінки та підвищення експлуатаційної якості на всіх етапах життєвого циклу об'єкту будівництва та у виробничих процесах з урахуванням сучасних умов світового ринку, який висуває суворі вимоги до будівельної продукції на всіх стадіях її створення.

Розроблені підходи по реалізації технології підвищення експлуатаційної якості промислових будівель, які посприяли збільшенню рівня надійності об'єкту та оптимального рівня виробничого ресурсозбереження.

Запропоновані концепції континуації життєвого циклу будівельної продукції за рахунок використання новітніх технологій комплексно-технічного підходу в процесі створення і застосування устаткування і матеріалів, компенсуючих функціональні витрати будівлі на етапі експлуатації. Застосовані новітні підходи до моделювання, результативного коригування та розробки оптимізаційних технологій в формуванні експлуатаційної якості для ефективної реалізації інвестиційно-будівельних проєктів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Abdollahzadeh, G., Faghihmaleki, H., & Avazeh, M. (2020). Progressive collapse risk and reliability of buildings encountering limited gas-pipe explosion after moderate earthquakes. *SN Applied Sciences*, 2, 657.
- Arutiunian, I., Dankevych, N., Arutiunian, Y., et al. (2020). Development of a mathematical model for selection and rationale for making optimal construction decisions. *Advances in Mathematics: Scientific Journal*, 9(12), 10649-10659.
- Arutiunian, I., Poltavets, M., Achacha, M., et al. (2021). Effective Concepts of Harmonious Management of Production Systems. *International Journal of Computer Science and Network Security*, 21(3), 141-144.
- Arutiunian, I., Poltavets, M., Bondar, O., Anin, V., & Pavlov, F. (2020). Structural Information Management of Production Systems in Construction. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 9(4), 4794-4797.
- Drukis, P., Gaile, L., Valtere, K., Pakrastinš, L., & Goremikins, V. (2017). Study of structural reliability of existing concrete structures. *Materials Science and Engineering*, 251.
- Grubišić, M., Ivošević, J., & Grubišić, A. (2019). Reliability Analysis of Reinforced Concrete Frame by Finite Element Method with Implicit Limit State Functions. *Buildings*, 9(5), 119-140.
- Storn, R., & Price, K. (1997). Differential Evolution – A Simple and Efficient Heuristic for global Optimization over Continuous Spaces. *Journal of Global Optimization*, 11(4), 341-359.
- Данкевич, Н. О. (2019). Підвищення ефективності організаційних рішень у складі проєкту організації будівництва. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*, 16, 38-43.

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

Данкевич, Н. О. (2020). Формування системи вибору оптимального варіанту організаційно-технологічних рішень в умовах невизначеності та динамічності з дотриманням принципів саморегуляції. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*, 18, 50-57.

ДБН В.1.2-14:2018. (2022). *Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд*. Київ: Мінрегіонбуд України, 2022. 94 с.

Павлов, І. Д., Полтавець, М. О., & Павлов, Ф. І. (2020). Системне управління організаційно-

технологічною надійністю виробничих процесів в будівництві. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*, 17, 53-61.

Полтавець, М. О., Арутюнян, І. А., & Ажажа, М. А. (2021). Перспективні тенденції гармонійних можливостей при оптимізації виробничих систем будівництва. *Мости та тунелі: теорія дослідження, практика*, 20, 66-72.

Радкевич, А. В., Бичевий, П. П., & Мішук, К. М. (2020). Визначення конкурентоздатного напрямку відновлення експлуатаційної придатності м'яких покрівель. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*, 17, 73-80.

М. О. POLTAVETS^{1*}, О. І. LAKHTARENKO²

^{1*} Department of Industrial and Civil Engineering, Zaporizhzhia National University, 226 Sobornyi ave., Zaporizhzhia, Ukraine, 69006, tel. +38 (050) 710 00 58, e-mail poltavmar@ukr.net, ORCID 0000-0003-0504-5278

²Department of Industrial and Civil Engineering, Zaporizhzhia National University, 226 Sobornyi ave., Zaporizhzhia, Ukraine, 69006, e-mail lahtarenko28@gmail.com, ORCID 0009-0009-6544-2321

CURRENT TRENDS OF OPERATIONAL QUALITY IN INDUSTRIAL CONSTRUCTION

Purpose. Continuation of the life cycle of construction products is achieved through the use of the latest technologies of a complex technical approach, which includes the creation and use of equipment and materials that compensate for the functional costs of the building at the stage of operation. This substantiates the search for modern approaches to modeling, effective adjustment and development of optimization technologies in the formation of operational quality for the effective implementation of investment and construction projects. **Methodology.** The study of indicators of operational quality and characteristics of production operations in construction is described by dependencies and algorithms of resource conservation and building safety technologies. The issue of identifying the causes of the loss of reliability of objects and control of resource use requires accounting for changes in the conditions of the external and internal environment, diagnosed in the previous design cycles of this object (prototype) or similar objects (analog), allows to identify them in the form of investment and construction project norms, justify and develop technologies for the formation of its operational quality. **Findings.** The search for modern approaches to modeling, effective adjustment and development of optimization technologies in the formation of operational quality for the effective implementation of investment-construction projects is substantiated. **Originality.** The technological complex of system-forming regulators of operational quality in construction, as levers for the implementation of construction projects and applied tools for evaluation and forecasting of parameters of the operational quality of construction products, which allows timely response to the requirements of the customer of the construction project and making the necessary corrections during the implementation of construction processes, in order to comply with the planned operational quality standards. **Practical value.** Carrying out theoretical and practical justifications and scientific and practical research on the development of technologies for the formation of operational quality in construction. The existing principles of management activities for the assessment and improvement of operational quality at all stages of the life cycle of the construction object and in production processes are substantiated, taking into account the modern conditions of the world market, which imposes strict requirements on construction products at all stages of their creation. Approaches to the implementation of the technology for improving the operational quality of industrial buildings have been developed, which contributed to increasing the level of object reliability and the optimal level of production resource saving. Proposed concepts of the continuation of the life cycle of construction products due to the use of the latest technologies of a complex technical approach in the process of creating and using equipment and materials that compensate for the functional costs of the building at the stage of operation. The latest approaches to modeling, effective adjustment and development of optimization technologies are applied in the formation of operational quality for the effective implementation of investment and construction projects.

Keywords: quality, construction, operation, indicator, optimization, survey, technical condition, physical and moral wear, reliability, life cycle, risk

REFERENCES

- Abdollahzadeh, G., Faghihmaleki, H., & Avazeh, M. (2020). Progressive collapse risk and reliability of buildings encountering limited gas-pipe explosion after moderate earthquakes. *SN Applied Sciences*, 2, 657. (in English)
- Arutiunian, I., Dankevych, N., Arutiunian, Y., et al. (2020). Development of a mathematical model for selection and rationale for making optimal construction decisions. *Advances in Mathematics: Scientific Journal*, 9(12), 10649-10659. (in English)
- Arutiunian, I., Poltavets, M., Achacha, M., et al. (2021). Effective Concepts of Harmonious Management of Production Systems. *International Journal of Computer Science and Network Security*, 21(3), 141-144. (in English)
- Arutiunian, I., Poltavets, M., Bondar, O., Anin, V., & Pavlov, F. (2020). Structural Information Management of Production Systems in Construction. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 9(4), 4794-4797. (in English)
- Druķis, P., Gaile, L., Valtere, K., Pakrastiņš, L., & Goremikins, V. (2017). Study of structural reliability of existing concrete structures. *Materials Science and Engineering*, 251. (in English)
- Grubišić, M., Ivošević, J., & Grubišić, A. (2019). Reliability Analysis of Reinforced Concrete Frame by Finite Element Method with Implicit Limit State Functions. *Buildings*, 9(5), 119-140. (in English)
- Storn, R., & Price, K. (1997). Differential Evolution – A Simple and Efficient Heuristic for global Optimization over Continuous Spaces. *Journal of Global Optimization*, 11(4), 341-359. (in English)
- Dankevych, N. O. (2019). Pidvyshchennia efektyvnosti orhanizatsiinykh rishen u skladi proiektu orhanizatsii budivnytstva. *Mosty ta tuneli: teoriia, doslidzhennia, praktyka*, 16, 38-43. (in Ukrainian)
- Dankevych, N. O. (2020). Formuvannia systemy vyboru optymального variantu orhanizatsiino-tehnolohichnykh rishen v umovakh nevyznachenosti ta dynamichnosti z dotrymanniam pryntsyviv samorehuliatcii. *Mosty ta tuneli: teoriia, doslidzhennia, praktyka*, 18, 50-57. (in Ukrainian)
- DBN V.1.2-14:2018. (2022). *Systema zabezpechennia nadiinosti ta bezpeky budivelnykh ob'ektiv. Zahalni pryntsyvy zabezpechennia nadiinosti ta konstruktyvnoi bezpeky budivel i sporud*. Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 2022. 94 s. (in Ukrainian)
- Pavlov, I. D., Poltavets, M. O., & Pavlov, F. I. (2020). Systemne upravlinnia orhanizatsiino-tehnolohichnoiu nadiinistiu vyrobnychykh protsesiv v budivnytstvi. *Mosty ta tuneli: teoriia, doslidzhennia, praktyka*, 17, 53-61. (in Ukrainian)
- Poltavets, M. O., Arutiunian, I. A., & Azhazha, M. A. (2021). Perspektyvni tendentsii harmoniinykh mozhlyvostei pry optymizatsii vyrobnychykh system budivnytstva. *Mosty ta tuneli: teoriia doslidzhennia, praktyka*, 20, 66-72. (in Ukrainian)
- Radkevych, A. V., Bychevyi, P. P., & Mishuk, K. M. (2020). Vyznachennia konkurentozdatnoho napriamku vidnovlennia ekspluatatsiinoi prydatnosti miakyykh pokryvel. *Mosty ta tuneli: teoriia, doslidzhennia, praktyka*, 17, 73-80. (in Ukrainian)

Надійшла до редколегії 16.10.2023.

Прийнята до друку 17.11.2023.