

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

УДК 69-021.4:005-021.465/-044.247

В. І. АНІН¹, І. А. АРУТЮНЯН^{2*}, А. О. ІЧЕТОВКІН³

¹ Кафедра «Промислове та цивільне будівництво», Запорізький національний університет, пр. Соборний, 226, Запоріжжя, Україна, 69006, тел. +38 (066) 900 78 28, ел. пошта iranaarutunan@gmail.com, ORCID 0000-0002-2936-2262

^{2*} Кафедра «Промислове та цивільне будівництво», Запорізький національний університет, пр. Соборний, 226, Запоріжжя, Україна, 69006, тел. +38 (066) 900 78 28, ел. пошта iranaarutunan@gmail.com, ORCID 0000-0002-5049-3742

³ Кафедра «Промислове та цивільне будівництво», Запорізький національний університет, пр. Соборний, 226, Запоріжжя, Україна, 69006, тел. +38 (067) 625 57 92, ел. пошта artem.ichetovkin72@gmail.com, ORCID 0000-0002-5894-5168

НАУКОВО-МЕТОДОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ІНТЕГРАЦІЇ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ В УМОВАХ РИЗИКІВ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ

Мета. Обґрунтування доцільності використання з точки зору ефективності для будівельного підприємства, процесу інтеграції менеджменту якості та ризик-менеджменту. Визначення принципів застосування інтегративної моделі управління, модулів управління якістю будівництва в умовах ризиків на основі динамічної системи. **Методика.** Аналіз та узагальнення наукових досліджень, практичних підходів управління якістю та ризиками будівельних проєктів, застосування інтеграційного методу та методу ідентифікації процесів QM та RM, що дозволяє обґрунтувати можливість розроблення інтегрованого підходу та визначити принципи застосування інтегрованої моделі управління якістю в умовах ризиків. **Результати.** В дослідженні обґрунтовано доцільність застосування інтегративної моделі управління ризиками та якістю в будівництві, що дозволяє узгоджувати процеси QM і RM із критеріями ефективності проєкту, та дає можливість запобігти протиріччю між вимогами якості об'єкта будівництва та рівнем допустимих ризиків, а також узгоджує їх із вимогами ефективності для забудовника. **Наукова новизна.** Визначені принципи управління якістю та ризиками, які є передумовами інтеграції процесів QM та RM; модулі та рівні реалізації інтегрованої моделі управління якістю в умовах ризиків з урахуванням вимог ефективності проєкту. **Практична значимість.** Застосування інтегрованого підходу, спрямованого на поєднання модулів управління якістю проєктами та ризиками будівельної галузі, дозволить нівелювати усі суперечності цих процесів під час практичної реалізації, узгодити із вимогами ефективності до проєктів та збалансувати витрати на забезпечення запланованого рівня якості за умови дотримання допустимого рівня ризиків.

Ключові слова: менеджмент якості; ризик-менеджмент; рівень якості будівництва; ефективність будівельного проєкту; динамічна система

Вступ

Основна причина низької якості будівельних робіт полягає в тому, що пріоритетним залишається принцип забезпечення якості в галузі, орієнтований, здебільшого, на контроль з боку зовнішніх контролюючих організацій, що передбачає систему покарань і санкцій за низьку якість робіт.

Такий підхід, на нашу думку, є вкрай неефективним і обмеженим за своїми можливостями: в кращому випадку він дозволяє тільки виявити наявні недоліки, дефекти і констатувати невідповідність об'єкта будівництва вимогам якості (стандарту). Забезпечення якості та безпеки будівництва залишається актуальною та пріоритетною проблемою для керівників проєктів. Дефекти або відмови побудованих об'єктів мо-

жуть призвести до значних фінансових, часових втрат, у гіршому випадку виникають ризики для життєдіяльності людей.

Слід зазначити, що існуючий в будівельній галузі підхід в забезпеченні та підвищенні якості на 10...15 років відстає від підходів в області вирішення проблем якості, які використовуються розвиненими зарубіжними країнами, країнами Європейського Співтовариства та США, де не зовнішні контролюючі органи і, навіть, не замовник, а підрядник робить більше дій з контролю якості. При цьому підрядник повинен представити замовникові розроблений ним план забезпечення якості, що відповідає вимогам контрактної документації і включає систему управління якістю (менеджменту якості) продукції відповідно до міжнародних стандартів ISO серії 9000.

© В. І. Анін, І. А. Арутюнян, А. О. Ічетовкін, 2021

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

Такий підхід до запобіжних дій в системах менеджменту якості полягає в використанні методів аналізу можливих небезпек і усунення ризиків. У будівельній індустрії методи аналізу можливих небезпек використовуються при виявленні і ослабленні ризиків, пов'язаних із забезпеченням безпеки. Ці ж методи можуть бути застосовані і до будь-яких інших ризиків, з якими стикається будівельна організація.

Наприклад, стандарт AS/NZS 4360:1999 року «Управління ризиками» встановлює загальний підхід до розробки та впровадження системи управління ризиками, причому усунення ризиків (*risk treatment*) представляє як один із завершальних етапів процесу управління ризиками, встановленого стандартом.

Слід констатувати, що у більшості наукових досліджень, проблеми ризик-менеджменту (RM) та менеджменту якості (QM) в будівельній галузі, нажал, відокремлюються та розглядаються незалежно один від одного, що не дозволяє визначити єдиний методологічний підхід, спрямований на забезпечення якості будівництва в умовах допустимого ризику та розробити інтегровану модель управління ризиками та якістю в будівництві.

Мета

Метою даного дослідження, як передумови подальших наукових досліджень стосовно формування єдиного методологічного підходу, спрямованого на забезпечення якості будівництва в умовах допустимого ризику та розроблення інтегрованої моделі управління ризиками та якістю в будівництві, є обґрунтування доцільності використання з точки зору ефективності для будівельного підприємства, процесу інтеграції менеджменту якості та ризик-менеджменту.

Методика

Досягнення поставленої мети передбачає аналіз та узагальнення наукових досліджень, практичних підходів управління якістю та ризиками будівельних проєктів, застосування інтеграційного методу та методу ідентифікації процесів QM та RM, що дозволяє обґрунтувати можливість розроблення інтегрованого підходу та визначити принципи застосування інтегрованої моделі управління якістю в умовах ризиків.

Дослідження традиційних підходів QM та RM, дає можливість констатувати відсутність в них взаємопов'язаної структури факторів впливу, що обумовлює необхідність їх уточнення, шляхом включення до факторів невизначеності зовнішні ризики проєкту, які можуть бути причинами переробки та є факторами невизначеності, якщо розглядати процес управління якістю, як Динамічну систему (Algahtany, Alhammadi, & Kashiwagi, 2016).

Результати

Управління ризиками – це стратегія, спрямована на пом'якшення загроз (наслідків), що впливають на проєкт, послугу, продукт або перетворення ризиків в можливості, щоб найкращим чином задовольнити потреби проєкту або клієнта (Serpell, Ferrada, Rubio, & Arauzo, 2015).

Поняття «клас наслідків» (*consequences classes*) отримало свою нинішню трактування в європейському стандарті ISO 2394 і в заголовному документі єврокодів – EN 1990, 2002 (гармонізований документ – ДСТУ-Н Б.В.1.2-13:2008 (EN 1990:2002 IDN)). Цей термін служить критерієм диференціації надійності і ризику будівельних об'єктів. Класи наслідків описуються втратою людських життів, економічними і соціальними втратами, збитками нанесеним навколишньому середовищу викликаним можливим руйнуванням споруди (Гладков, Кочетков, Цымбалов, & Кокодеєва, 2007; Лантух-Лященко, 2015).

Рівень якості будівництва оцінюється ступенем відповідності побудованих об'єктів проєктним рішенням і нормативам. Якість має формуватися на всіх стадіях будівництва: проєктній, виробничій (виготовлення будівельних матеріалів і конструкцій), будівельно-монтажній і експлуатаційній.

Відповідно управління якістю будівництва є комплексної проблемою, що залежить від всіх учасників: державних органів, замовників, проєктних і будівельно-монтажних організацій, виробників будівельних матеріалів, транспортних організацій, що задіяні в процесі будівництва (Лукманова, & Нежнікова, 2013). Таким чином, як методи управління якістю, так і методи управління ризиками спрямовані на досягнення цілей проєкту або задоволення потреб клієнтів. У них різні ролі, але однакові цілі.

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

На підставі дослідження Chen, & Luo (2014), можна констатувати, що, оскільки низький рівень показників якості призводить до численних ризиків (особливо ризиків, пов'язаних із безпекою), підвищення якості здатне запобігти або зменшити негативні наслідки цих ризиків. Таким чином, застосування системи управління якістю, спрямоване лише на поліпшення якості будівельного об'єкта, але й на зниження кількості небажаних подій та рівня втрат від них.

Якщо розглядати управління якістю, як процес, спрямований на підвищення рівня якості, необхідно обов'язково розглядати деякі загрози або можливості, які здатні впливати на якість, але не пов'язані із нею безпосередньо, наприклад, тимчасові затримки і обмежений бюджет, або низька мотивація працівників, або відносини з постачальниками тощо.

Отже, цими небезпеками/шансами важко керувати лише за допомогою управління якістю без процесу управління ризиками, який має справу з більш широким діапазоном ризиків, згідно з визначенням Serpella, Ferrada, Howard, & Rubio (2014).

Оскільки ці невизначеності мають вплив на якість, вважаємо, що їх усунення (або мінімізація втрат від них) повинно розглядатися як складова підходу до управління якістю. Відповідно, управління ризиками також необхідно застосовувати як стратегію управління якістю, спрямовану на підвищення рівня якості будівництва в умовах ризиків. Визначимо принципи застосування інтегративної моделі управління якістю в умовах ризиків:

1. Принцип взаємодоповнюваності QM та RM:

1.1 Управління якістю є стратегію управління ризиками, що застосовується для контролю за дотримання рівня якості, а управління ризиками можна розглядати, як інструмент управління якістю для контролю ризиків;

1.2 Управління якістю забезпечує виконання цілей проекту, тоді як управління ризиками має на меті уникати відхилень від цих вимог. У той же час QM фокусується на задоволенні потреб клієнта, а RM – на фінансовому успіху підрядника.

2. Принцип ідентичності процесу управління:

2.1 Метою як QM, так і RM, є досягнення цілей будівельного проекту, або вимог клієнта;

2.2 Методи QM та RM для досягнення цілей клієнта і проекту, аналогічні, з точки зору ключових кроків;

2.3 QM та RM повинні реалізовуватися усіма учасниками будівельного проекту і на кожному етапі.

Проте зазначимо, що не можна одностайно стверджувати, що якість і управління ризиками нероздільні, оскільки при застосуванні окремо вони також можуть надати цінні переваги для проекту, послуги або клієнта. Наприклад, для невеликого проекту, такого, як спорудження будинку, що пов'язано із незначною кількістю ризиків з незначними впливами, реалізація стратегії управління ризиками може виявитися марною і витратною з точки зору одержуваних вигід. Але хороший рівень якості, як і раніше необхідний для задоволення очікувань клієнта, відповідно і передбачає управління якістю.

Крім того, ґрунтуючись на поясненнях, даних Pialles (2017), можна зазначити, що для великого проекту промислового будівництва (наприклад, будівництво заводу) з численними обмеженнями, такими, як часові і бюджетні, пріоритет якості поступається пріоритету управління ризиками. Однак в обох ситуаціях, одночасне використання QM і RM, дозволяє досягати кращих результатів, з точки зору задоволення потреб і підвищення ефективності проекту.

Також, необхідно зауважити, що незважаючи на принципи взаємодоповнюваності та ідентичності процесів QM та RM, існують випадки їх конфліктності (протиставлення), наприклад, коли досягнення, визначеного у проектній документації рівня якості, передбачає збільшення ризиків, і відповідно прийняття втрат, пов'язаних з цим та зниження ефективності проекту (що також відноситься до наслідків ризиків – до втрат) (Пшінько, Радкевич, & М'якенька, 2012).

У дослідженні Gajzler, & Zima (2017) результатом усунення невідповідності якості є переробка, тобто доопрацювання проекту – процес, за допомогою якого досягається затверджений рівень якості. Як зазначено у дослідженні Love, & Li (2000), прямі витрати на доопрацювання в будівельних проектах можуть бути значними і досягати більш ніж 10 % від вартості контракту.

Існує значна кількість взаємозалежних факторів (будемо вважати їх ризиками), що впли-

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

вають на фактичний рівень відхилень якості. Традиційні підходи QM та RM не враховують взаємопов'язану структуру факторів впливу, що потребує їх уточнення, шляхом включення до факторів невизначеності зовнішні ризики проекту (наприклад, інфляційні, законодавчі, кліматичні тощо), які можуть бути причинами переробки та є факторами невизначеності, якщо розглядати процес управління якістю як Модель Динамічної системи.

Тобто, як зазначено у дослідженні Nasirzadeh, Khanzadi, Afshar, & Howick (2013), щоб оцінити реальний вплив якісних відхилень (доопрацювань) на кінцевий результат, проект слід розглядати з використанням методології си-

стемної динаміки. Системна динаміка (SD), представлена Forrester (2007), це методологія об'єктного моделювання, яка враховує різні інтерактивні причинно-наслідкові зв'язки петлі.

Вважаємо в межах формування інтегрованого підходу управління якістю в умовах ризиків, найбільш ефективним управління якістю на основі SD, що передбачає моделювання наслідків від різних груп ризиків (фінансові та часові втрати) та причинно-наслідкову структуру їх впливів на якість.

Тому пропонуємо, як передумову розроблення концепції управління якістю в умовах ризиків на основі SD, використовуючи інтегрований підхід наступну модель (рис. 1).

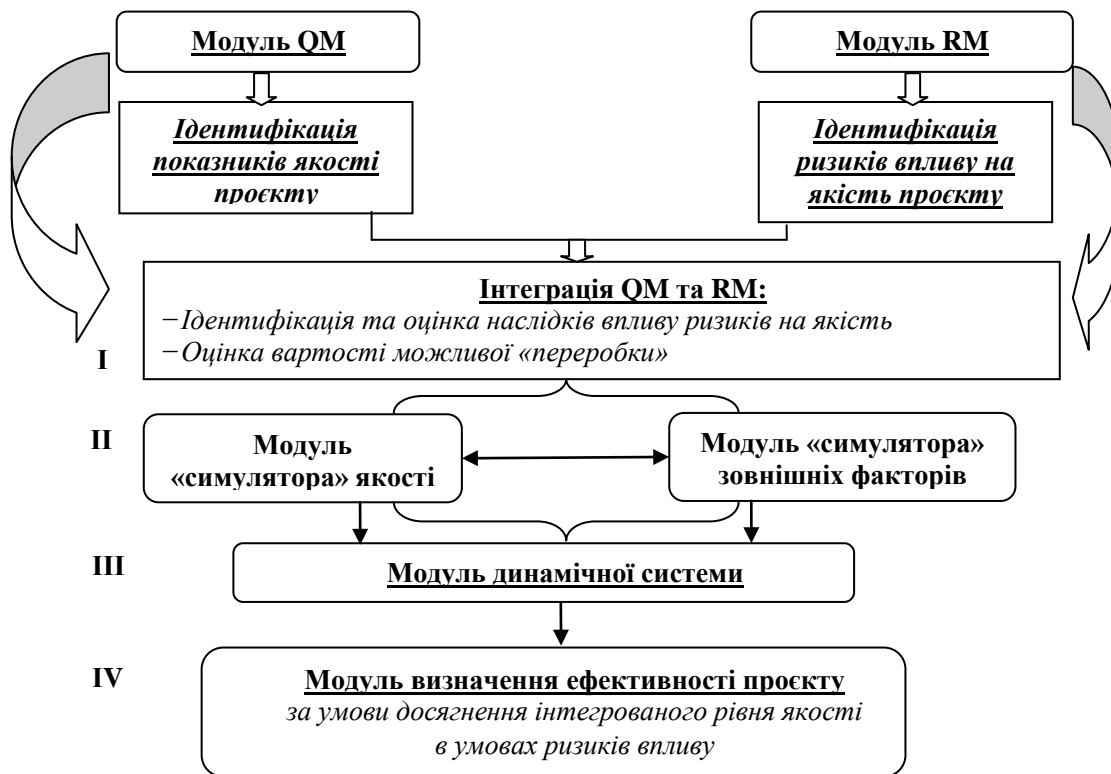


Рис. 1. Модулі управління згідно концепції управління якістю будівництва в умовах ризиків на основі SD

Модель побудована з урахуванням моделі динамічної системи менеджменту якості, представленої у дослідженні Nasirzadeh, Khanzadi, Afshar, & Howick (2013), яка також включає 4 різних модуля, кожен з яких моделює частину загального процесу, об'єднує (1) модуль прогнозування якості, (2) модуль симулятора процесу менеджменту якості, (3) зовнішній модуль симулятора взаємодій і (4) динамічну констру-

кцію модуля симулятора процесу проекту. У дослідженні Nasirzadeh, Khanzadi, Afshar, & Howick (2013), ці 4 модуля інтегровані для моделювання впливу збоїв якості на проектну вартість і час. Тобто передбачається односторонній вплив якості на ризики, що на наш погляд потребує уточнення, з урахуванням обґрунтованості інтеграції QM і RM.

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

Відповідно перший рівень концепції управління якістю будівництва в умовах ризиків передбачає одночасну ідентифікацію як показників якості проєкту, так і можливі ризики впливу на якість, що надає можливість інтегрувати методи і процедури QM і RM із застосуванням «симуляторів» якості та ризиків в умовах невизначеності, що буде запорукою створення динамічної системи.

Четвертий модуль, на нашу думку, є кінцевою метою процесу моделювання управління будівельним проєктом, бо ключовою метою будівництва є все ж таки ефективність (можна скільки завгодно покращувати якість проєкту, витратитися на «переробки», нівелювати ризики, тобто витратити ресурси, але з точки зору ефективності – це може бути недоцільним), що передбачає узгодженість процесів QM і RM із критеріями ефективності проєкту, які повинні бути збалансовані із критеріями якості та рівня ризиків.

Наукова новизна та практична значимість

Полягає в обґрунтуванні необхідності та доцільності інтеграції процесів QM і RM в будівництві з урахуванням принципів управління якістю та ризиками; визначенні модулів та рівнів реалізації інтегрованої моделі управління якістю в умовах ризиків з урахуванням вимог ефективності проєкту.

Висновки

Таким чином, вважаємо обґрунтованим застосування інтегративної моделі управління ризиками та якістю в будівництві, що потребує подальших наукових досліджень. Запропонований підхід дозволяє узгоджувати процеси QM і RM із критеріями ефективності проєкту, що дає можливість запобігти протиріччю між вимогами якості об'єкта будівництва та рівнем допустимих ризиків, також узгоджує їх із вимогами ефективності для забудовника. Визначено, що принципами застосування інтегрованої моделі управління якістю в умовах ризиків є принцип взаємодоповнюваності та принцип ідентичності процесу управління, що дозволило визначити чотири модулі управління згідно концепції управління якістю будівництва в умовах ризиків, як динамічної системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Algahtany, M., Alhammadi, Y., & Kashiwagi, D. (2016). Introducing a new risk management model to the Saudi Arabian construction industry. *Procedia Engineering*, 145, 940-947.
- Chen, L. & Luo, H. (2014). A BIM-based construction quality management model and its applications. *Automation in Construction*, 46, 64-73.
- Forrester, J. W. (2007). System dynamics a personal view of the first fifty years. *System Dynamics Review: The Journal of the System Dynamics Society*, 23(2-3), 345-358.
- Gajzler, M., & Zima, K. (2017). Evaluation of planned construction projects using fuzzy logic. *International Journal of Civil Engineering*, 15(4), 641-652.
- Love, P. E., & Li, H. (2000). Quantifying the causes and costs of rework in construction. *Construction Management & Economics*, 18(4), 479-490.
- Nasirzadeh, F., Khanzadi, M., Afshar, A., & Howick, S. (2013). Modeling quality management in construction projects. *International Journal of Civil Engineering*, 11(1), 14-22.
- Pialles, T. (2017). *Study of the Coherences and Dependencies between Quality and Risk Management, within the Construction Industry* (Dissertation).
- Serpell, A., Ferrada, X., Rubio, L., & Arauzo, S. (2015). Evaluating risk management practices in construction organizations. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 194, 201-210.
- Serpella, A. F., Ferrada, X., Howard, R., & Rubio, L. (2014). Risk management in construction projects: a knowledge-based approach. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 119, 653-662.
- Гладков, В. Ю., Кочетков, А. В., Цымбалов, А. А., & Кокодеева, Н. Е. (2007). Совершенствование системы менеджмента качества дорожного хозяйства на основе формирования и достижения требуемых системных свойств. *Дороги и мосты*, 4-5, 81.
- Лантух-Лященко, А. И. (2015). Европейская система управления безопасностью проектируемых мостов. *Мосты и тоннели: теория, исследования, практика*, 7, 27-34.
- Лукманова, И. Г., & Нежникова, Е. В. (2013). Комплексная оценка системы менеджмента качества в строительстве. *Фундаментальные исследования*, 10-8, 1791-1795.
- Пшійньо, О. М., Радкевич, А. В., & М'якенька, І. В. (2012). Аналіз сучасних підходів до організаційно-технологічної надійності транспортних споруд. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*, 1, 88-92.

V. I. ANIN¹, I. A. ARUTIUNIAN^{2*}, A. A. ICHETOVKIN³

¹Department of Industrial and Civil Engineering, Zaporizhzhia National University, 226 Sobornyi ave., Zaporizhzhia, Ukraine, 69006, tel. +38 (067) 401 41 52, e-mail iranaarutunan@gmail.com, ORCID 0000-0002-2936-2262

^{2*} Department of Industrial and Civil Engineering, Zaporizhzhia National University, 226 Sobornyi ave., Zaporizhzhia, Ukraine, 69006, tel. +38 (066) 9007828, e-mail iranaarutunan@gmail.com, ORCID 0000-0002-5049-3742

³ Department of Industrial and Civil Engineering, Zaporizhzhia National University, 226 Sobornyi ave., Zaporizhzhia, Ukraine, 69006, tel. +38 (067) 625 57 92, e-mail artem.ichetovkin72@gmail.com, ORCID 0000-0002-5894-5168

SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL APPROACH TO INTEGRATION OF QUALITY MANAGEMENT UNDER CONDITIONS OF RISKS IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY

Purpose. Justification of the appropriateness of use in terms of efficiency for a construction company, the process of integrating quality management and risk management. Determination of the principles of applying an integrative management model, modules for managing the quality of construction in conditions of risks based on a dynamic system. **Methodology.** Analysis and generalization of scientific research, practical approaches to quality management and risk management of construction projects, the use of the integration method and the method of identification of QM and RM processes, which makes it possible to substantiate the possibility of developing an integrated approach and determine the principles of applying an integrated quality management model in the face of risks. **Results** The study substantiated the feasibility of using an integrative model of risk and quality management in construction, which allows the QM and RM processes to be aligned with the project efficiency criteria, and makes it possible to eliminate contradictions between the quality requirements for the construction object and the level of acceptable risks, and also aligns them with the efficiency requirements for developer. **Originality.** The principles of quality and risk management are determined, which are prerequisites for the integration of QM and RM processes; modules and levels of implementation of an integrated model of quality management in a risk environment, taking into account the requirements of project efficiency. **Practical value.** The use of an integrated approach aimed at combining quality management modules for projects and risks in the construction industry will allow to level all the contradictions of these processes in practical implementation, to harmonize with the efficiency requirements for projects and balance the costs of ensuring the planned quality level, provided that the acceptable level of risks is observed.

Keywords: quality management; risk management; construction quality level; construction project efficiency; dynamic system

REFERENCES

- Algahtany, M., Alhammadi, Y., & Kashiwagi, D. (2016). Introducing a new risk management model to the Saudi Arabian construction industry. *Procedia Engineering*, 145, 940-947. (in English)
- Chen, L. & Luo, H., 2014. A BIM-based construction quality management model and its applications. *Automation in Construction*, 46, pp. 64-73. (in English)
- Forrester, J. W. (2007). System dynamics a personal view of the first fifty years. *System Dynamics Review: The Journal of the System Dynamics Society*, 23(2-3), 345-358. (in English)
- Gajzler, M., & Zima, K. (2017). Evaluation of planned construction projects using fuzzy logic. *International Journal of Civil Engineering*, 15(4), 641-652. (in English)
- Love, P. E., & Li, H. (2000). Quantifying the causes and costs of rework in construction. *Construction Management & Economics*, 18(4), 479-490. (in English)
- Nasirzadeh, F., Khanzadi, M., Afshar, A., & Howick, S. (2013). Modeling quality management in construction projects. *International Journal of Civil Engineering*, 11(1), 14-22. (in English)
- Pialles, T. (2017). Study of the Coherences and Dependencies between Quality and Risk Management, within the Construction Industry. (in English)
- Serpell, A., Ferrada, X., Rubio, L., & Arauzo, S. (2015). Evaluating risk management practices in construction organizations. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 194, 201-210. (in English)
- Serpella, A. F., Ferrada, X., Howard, R., & Rubio, L. (2014). Risk management in construction projects: a knowledge-based approach. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 119, 653-662. (in English)

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

Gladkov, V. Yu., Kochetkov, A. V., Tsymbalov, A. A., & Kokodeeva, N. Ye. (2007). Sovershenstvovanie sistemy menedzhmenta kachestva dorozhnogo khozyaystva na osnove formirovaniya i dostizheniya trebuemykh sistemnykh svoystv. *Dorogi i mosty*, 4-5, 81. (in Russian)

Lantukh-Lyashchenko, A. I. (2015). Yevropeyskaya sistema upravleniya bezopasnostyu proektiruemykh mostov. *Mosty i tonneli: teoriya, issledovaniya, praktika*, 7, 27-34. (in Russian)

Lukmanova, I. G., & Nezhnikova, Ye. V. (2013). Kompleksnaya otsenka sistemy menedzhmenta kachestva v stroitelstve. *Fundamentalnye issledovaniya*, 10-8, 1791-1795. (in Russian)

Pshinko, O. M., Radkevych, A. V., & Miakenka, I. V. (2012). Analiz suchasnykh pidkhodiv do orhanizatsiino-tekhnologichnoi nadiinosti transportnykh sporud. *Mosty ta tuneli: teoriia, doslidzhennia, praktyka*, 1, 88-92. (in Ukrainian)

Надійшла до редколегії 08.01.2021.

Прийнята до друку 21.01.2021.