УДК 658.2.005

Уваров П. Є. , Татарченко Г. О., Білошицька Н. І., Білошицький М. В.

МЕТОДОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНКИ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ НАДІЙНОСТІ ПРОЕКТІВ ІНВЕСТИЦІЙНО-БУДІВЕЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Сформовано методологічний підхід щодо підвищення організаційно-технологічної надійності інвестиційно-будівельних проектів (ІБП). Надійність ІБП запропоновано розглядати не лише як імовірнісну характеристику виконання встановлених термінів і вартості будівництва, але і як комплексну систему, яка характеризується параметрами: безвідмовністю, ремонтопридатністю, довговічністю і збережуваністю. Дано уточнення понять вказаних параметрів надійності стосовно інвестиційно-будівельних проектів. Сформовано принципи оцінки параметрів організаційно-технологічної надійності інвестиційно-будівельного проекту.

Для оперативної оцінки надійності інвестиційно-будівельного проекту запропоновано використання коефіцієнтів організаційно-технологічної надійності за вартістю і по термінах будівництва.

Ключові слова: *організаційно-технологічна надійність; інвестиційно-будівельний проект; будівельні риски; застережливі і компенсаційні заходи*

Постановка проблеми. Сучасне будівництво, особливо здійснення проектів будівництва великих об'єктів, характеризується високою динамічністю, складністю вживаних будівельних технологій і методів виробництва робіт, значною кількістю різнопрофільних фахівців і організацій, залучених в процеси проектування і будівництва. Тому для забезпечення встановлених показників будівництва в сучасних умовах необхідно сформувати розширений підхід до оцінки та забезпечення організаційно-технологічної надійності.

Вперше поняття організаційно-технологічної надійності (ОТН) у будівництві, введено професором Гусаковим А.А. Згідно з визначенням, під ОТН розуміється здатність організаційних, технологічних і управлінських рішень зберігати в заданих межах свої запроектовані якості в умовах дії чинників, властивих будівництву як складній імовірнісній системі [1]. Як правило, в працях вчених, присвячених вивченню організаційно-технологічної надійності, надійність у будівництві розглядається, в першу чергу, як вірогідність виконання встановлених показників проекту [1], [3], [4], [6].

У техніці під надійністю розуміється властивість об'єкту (системи) зберігати в часі здатність до виконання заданих функцій в заданих умовах експлуатації. Згідно з положеннями Державного стандарту, надійність характеризується наступними параметрами: безвідмовністю, ремонтопридатністю, довговічністю, збереженістю. Таким чином, для забезпечення організаційно-технологічної надійності будівельного виробництва необхідно детально вивчити, яку роль кожен параметр надійності грає у будівельному виробництві, і забезпечити виконання кожного параметра надійності при реалізації будівельних проектів.

Пропонується розглядати ОТН будівництва відповідно до положень Державного стандарту "Надійність будівельних конструкцій і основ. Основні положення і вимоги" [5], [6].

Основою організаційно-технологічної надійності є високий рівень організації і управління будівельним виробництвом, високий рівень технології виконання будівельних робіт, що зберігається впродовж усього терміну реалізації інвестиційно-будівельного проекту. Основним документом, що характеризує стан і хід будівництва об'єкту від початку і до кінця реалізації проекту являється календарний графік. Розглянемо параметри надійності стосовно календарному графіку будівельного проекту.

Безвідмовність - в техніці це здатність виробу виконати необхідну функцію в заданому інтервалі часу при заданих умовах. Стосовно будівельного проекту безвідмовність можна визначити як час безвідмовної роботи по складеному календарному графіку, тобто час праці до прийняття компенсаційних заходів, що тягнуть необхідність коригування графіку будівництва і включення в графік додаткових заходів. Безвідмовність також означає час безперебійної роботи після застосування коригувань до застосування наступних необхідних коригувань.

Ремонтопридатність - в техніці це здатність виробу за даних умов використання і технічного обслуговування до підтримки або відновлення стану, в якому воно може виконати необхідну функцію. По відношенню до будівельного проекту ремонтопридатність можна визначити як час, необхідний для розробки і впровадження у виробництво компенсаційних заходів, що запобігають настанню можливих ризиків, або нейтралізуючих їх негативний вплив і вирівнюючих виробничий ритм. Тривалість ремонтопридатності можна визначити як час від моменту ухвалення рішення про коригування до вирівнювання виробничого ритму до прийнятних значень організаційно-технологічної надійності будівельного проекту. У ремонтопридатність проекту входить збір необхідної інформації, вироблення рішень по коригуванню, впровадження рішень на практиці і час вирівнюванням виробничого ритму.

Довговічність - в техніці це здатність виробів виконувати необхідну функцію до досягнення граничного стану за даних умов використання і технічного обслуговування. Стосовно організаційно-технологічної надійності будівельного проекту довговічність можна охарактеризувати як час роботи по спочатку розробленому

календарному графіку до його повної заміни. Впродовж цього періоду можливо здійснювати коригування, розробляти і впроваджувати компенсаційні заходи, вносити додаткові заходи в графік. Основна умова - графік повинен забезпечувати реалізацію проекту в спочатку встановлені терміни. Тобто, довговічність - цей час від початку виробництва будівельно-монтажних робіт за проектом до моменту ухвалення рішення про перенесення терміну будівництва.

Збережуваність - в техніці це здатність виробів виконувати необхідну функцію протягом і після зберігання і (чи) транспортування. При реалізації будівельного проекту Збережуваність можна розглядати як час, впродовж якого розроблений план-графік зберігає свою актуальність, а застосування заходів, що коригують, не спричиняє застосування непередбачених проектом ресурсів і не вимагає істотної зміни технології виробництва робіт. Тобто, допускається коригування виробничого процесу, що не тягнуть: незапланованого збільшення вартості будівництва; істотної зміни термінів виконання окремих робіт і зміни термінів усього будівельного проекту.

Незаплановане прискорення виконання окремих будівельних робіт також може викликати простої і нестачу матеріалів на інших ділянках, демотивацію робітників і ІТР, дестабілізацію виробничого ритму. Тобто, прискорення окремих будівельних робіт не підвищує, а знижує збережуваність будівельного проекту в цілому. Отже, значення вказаного параметру будівельного проекту мають бути встановлені (керівництвом проекту) так, щоб запобігти незапланованому прискоренню окремих робіт і забезпечити ритмічний, спокійний і безперебійний будівельний процес, виконання усіх, а не окремих робіт узгоджено затвердженому графіку.

Схематично структура організаційно-технологічної надійності будівельного проекту представлена на рис. 1.

Рис. 1. Структура параметрів ОТН інвестиційно-будівельних проектів

Ґрунтуючись на проведеному дослідженні, представляється можливим запропонувати коефіцієнти організаційно технологічної надійності і формули для оцінки надійності інвестиційно-будівельних проектів. Для оцінки ОТН інвестиційно-будівельних проектів пропонується використовувати коефіцієнти ОТН: по термінах реалізації проекту K_{rt}, і за вартістю реалізації проекту K_{rc}. Для *визначення вказаних коефіцієнтів пропонується використовувати наступні формули:*

1. Розрахунок коефіцієнту ОТН по термінах (t) реалізації проекту:

$$K_{rt} = \frac{T_{ПР}}{(T_{ПР} + T_{ПР}\sum_{i=1}^{q} k_i m_i M_i)} \tag{1.1}$$

2. Розрахунок коефіцієнту ОТН за вартістю (с) реалізації проекту:

$$K_{rc} = \frac{C_{ПР}}{(C_{ПР} + C_{ПР}\sum_{i=1}^{q} k_i m_i M_i)} \tag{1.2}$$

де: K_{rt} - коефіцієнт надійності по термінах реалізації проекту;
K_{rc} - коефіцієнт надійності за вартістю реалізації проекту;

$T_{ПР}$ - термін реалізації будівельного проекту (дні), встановлений на підставі техніко-економічних показників будівництва об'єкту;
$C_{ПР}$ - встановлена кошторисна (бюджетна) вартість проекту, розрахована на підставі техніко-економічних показників (млн грн).
k_i - коефіцієнт вірогідності настання *i* - го ризику;
m_i - вплив *i*- го ризику на терміни будівництва проекту (дні/подія);
M_i - кількість подій *i* - го ризику (події);

На підставі даних про вплив прогнозованих ризиків на терміни і вартість проекту будівництва можна розрахувати коефіцієнти організаційно-технологічної надійності. Грунтуючись на результатах розрахунку можна визначити потребу в застосуванні заходів, що запобігають настанням ризиків або що компенсують їх негативний вплив.

Розглянемо взаємозв'язок кожного складового компонента організаційно-технологічній надійності з будівельними рисками і заходами по відвертанню і нейтралізації ризиків.

Безвідмовність - це час безвідмовної роботи по складеному календарному графіку, або час безперебійної роботи після застосування коригувань до застосування наступних необхідних коригувань. Якщо прийняти мінімальний рівень надійності $K_{rt} = 0{,}95$ і підставити це значення у формулу 1.3, отримаємо:

$$\frac{T_{ПР}}{(T_{ПР} + T_{ПР}\sum_{i=1}^{q} k_i m_i M_i)} = 0{,}95 \qquad (1.3)$$

Тобто, для забезпечення безвідмовної роботи по затвердженому графіку конкретного проекту сума впливу ризиків має бути мінімум в 19 разів менше термінів будівництва проекту.

$$\sum_{i=1}^{q} k_i m_i M_i \le \frac{T_{ПР}}{19} \qquad (1.4)$$

Якщо сумарний вплив ризиків більший, то безвідмовність проекту і загальна організаційно-технологічна надійність не забезпечена; потрібне застосування застережливих і компенсаційних заходів.

Ремонтопридатність - це час, необхідний для розробки і впровадження у виробництво компенсаційних заходів, час від моменту виявлення відхилень до вирівнювання виробничого ритму. Для забезпечення ремонтопридатності будівельного проекту доцільне використання наступних характеристик :

$K_{доп}$ - допустима кількість ремонтів;

t_{mj} - час впровадження j- го компенсаційного заходу;

t_{mSUM} - граничний сумарний час, необхідний для впровадження застережливих і компенсаційних заходів (млн. грн);

t_{mjmax} - максимальний допустимий час, необхідний для впровадження одного заходу.

$$\sum_{i=1}^{m} t_{mj} N_j \le t_{mSUM} \qquad (1.5)$$

$$t_{mj} \le t_{mjmax} \qquad (1.6)$$

де N_j - кількість подій j- го паліативного заходу (події)

Значення вказаних характеристик ремонтопридатності встановлюються керівництвом будівельного проекту залежно від умов, в яких здійснюється будівництво і від техніко-економічних показників самого проекту. Підвищення ремонтопридатності будівельного проекту можна добитися шляхом наступних дій до початку реалізації проекту і безпосередньо в процесі будівництва:

- Здійснювати виявлення, аналіз і оцінку можливих будівельних ризиків;
- Розробити комплекс можливих застережливих і компенсаційних заходів для їх оперативного впровадження у разі потреби;
- Розробити і застосовувати методику оперативної оцінки організаційно-технологічної надійності для своєчасного визначення моменту впровадження компенсаційних заходів;
- Розробити методику вибору оптимальної кількості і номенклатури компенсаційних заходів.

Розробка і застосування вказаних вище заходів може істотно підвищити ремонтопридатність будівельного проекту

Довговічність - це час роботи по попередньо розробленому календарному графіку до його повної заміни. Час від початку виробництва БМР до моменту ухвалення рішення про перенесення терміну будівництва. Довговічність будівельного проекту можна виміряти за наступною формулою:

$$T \le T_{DIR} + \Delta T_{ДОП} \qquad (1.7)$$

де: T - термін реалізації проекту (дні);
T_{DIR} - встановлений термін реалізації проекту (дні);
$\Delta T_{ДОП}$ - допустиме для забудовника збільшення термінів будівництва проекту (дні).

Довговічність будівельного проекту може бути забезпечена упродовж усього будівельного проекту шляхом безперервного контролю будівельних ризиків в процесі будівництва і своєчасного застосування застережливих і компенсаційних заходів.

Збережуваність організаційно-технологічної надійності будівельного проекту - цей час безперебійної, ритмічної роботи, впродовж якого коригування розробленого графіку не тягнуть застосування непередбачених ресурсів, збільшення бюджету і істотної зміни технології виробництва робіт. Збережуваність інвестиційно-будівельного проекту можна оцінити за наступними формулами:

$$0{,}95 \le P_{упр} < 1 \tag{1.8}$$

$$P_{упр} = \frac{T_{DIR}}{T} \tag{1.9}$$

де $P_{упр}$ - вірогідність реалізації інвестиційно-будівельного проекту в задані терміни.

Висновки. Регулярний аналіз параметрів проведення проекту інвестиційно-будівельної діяльності, своєчасне виявлення ризиків, зважений підбір достатньої кількості компенсаційних заходів сприяють забезпеченню збережуваності у будівництві.

Таким чином, в сформований методологічний підхід до оцінки організаційно-технологічній надійності інвестиційно-будівельних проектів ОТН розглядається не лише як вірогідність реалізації інвестиційно-будівельного проекту, але як комплексна система, що характеризується наступними параметрами: безвідмовністю, ремонтопридатністю, довговічністю і збережуваністю. Забезпечення організаційно-технологічної надійності базується на підтримці кожного з її складових параметрів в заданих межах.

Література

1. Гусаков А.А. Организационно-технологическая надёжность строительства / А.А. Гусаков, С.А. Веремеенко, А.В. Гинзбург и др. - М.: SvR-Аргус, 1994.
2. Гусаков А.А. Системотехника и новые направления строительной науки. // Промышленное и гражданское строительство. 2005. № 1. С. 82-83.
3. Гинзбург А.В. Влияние мероприятий по повышению организационно-технологической надежности на функционирование строительной организации и планирование строительства / А.В. Гинзбург, П.Б. Жавнеров // Научнотехнический вестник Поволжья. - 2014. - №3. - С. 94-96.
4. Шалягин Г.Л. Организационно-технологическая надежность строительства [Текст]: метод. пособие по проведению практ. занятий / Г.Л. Шалягин, И.В. Потапова; ДГУПС. - Хабаровск: ДГУПС, 2006. - 52 с.
5. Уваров П.Е. Инновационные технологии моделирования организации жизненного цикла проектов-объектов, строительства (концептуально-методологический аспект)/ Уваров П.Є., Кравчуновская Т.С., Шпарбер М.Е. // Вісник ПДАБА «Строительство, материаловедение, машиностроение» -Днепропетровск: ПДАБА, 2010. Вип. 56 – С. 550-556
6. Основы надежности инженерных систем коммунального хозяйства. Учебное пособие/ Уваров П.Е., Меженский А.Н., Вишневский А.С. –Луганськ: ЛФ ДонГАСА, 2004. -116 с.

Reference

1. Gusakov A.A. Organizatsionno-tehnologicheskaya nadYozhnost stroitelstva / A.A. Gusakov, S.A. Veremeenko, A.V. Ginzburg i dr. - M.: SvR-Argus, 1994.
2. Gusakov A.A. Sistemotehnika i novyie napravleniya stroitelnoy nauki. // Promyishlennoe i grazhdanskoe stroitelstvo. 2005. # 1. S. 82-83.
3. Ginzburg A.V. Vliyanie meropriyatiy po povyisheniyu organizatsionno-tehnologicheskoy nadezhnosti na funktsionirovanie stroitelnoy organizatsii i planirovanie stroitelstva / A.V. Ginzburg, P.B. Zhavnerov // Nauchno¬tehnicheskiy vestnik Povolzhya. - 2014. - #3. - S. 94-96.
4. Shalyagin G.L. Organizatsionno-tehnologicheskaya nadezhnost stroitelstva [Tekst]: metod. posobie po provedeniyu prakt. zanyatiy / G.L. Shalyagin, I.V. Potapova; DGUPS. - Habarovsk: DGUPS, 2006. - 52 s.
5. Uvarov P.E. Innovatsionnyie tehnologii modelirovaniya organizatsii zhiznennogo tsikla proektov-ob'ektov, stroitelstva (kontseptualno-metodologicheskiy aspekt)/ Uvarov P.E., Kravchunovskaya T.S., Shparber M.E. // VIsnik PDABA «Stroitelstvo, materialovedenie, mashinostroenie» -Dnepropetrovsk: PDABA, 2010. Vip. 56 – S. 550-556
6. Osnovyi nadezhnosti inzhenernyih sistem kommunalnogo hozyaystva. Uchebnoe posobie/ Uvarov P.E., Mezhenskiy A.N., Vishnevskiy A.S. –Lugansk: LF DonGASA, 2004. -116 s.

П.Е. УВАРОВ, Г.О. ТАТАРЧЕНКО, Н.И. БЕЛОШИЦКАЯ, Н.В. БЕЛОШИЦКИЙ

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ ПРОЕКТОВ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯЛЬНОСТИ

Сформирован методологический подход к повышению организационно-технологической надежности инвестиционно-строительных проектов (ИСП). Надежность ИСП предложено рассматривать не только как вероятностную характеристику выполнения диррективных сроков и стоимости строительства, но и как комплексную систему, которая может быть охарактеризована параметрами: безотказностью, ремонтопригодностью, долговечностью и сохраняемостью. Даны уточнения понятий указанных параметров надежности в сфере инвестиционно-строительных проектов. Сформированы принципы оценки параметров организационно-технологической надежности инвестиционно-строительного проекта.

Для оперативной оценки надежности инвестиционно-строительного проекта предложено использование коэффициентов организационно-технологической надежности по стоимости и срокам строительства.

Ключевые слова: *организационно-технологическая надежность; инвестиционно-строительный проект; строительные риски; страховочные и компенсационные мероприятия*

P.E. UVAROV, H. TATARCHENKO, N. BELOSHITSKAYA, N. BELOSHITSKY

METHODOLOGICAL APPROACH TO ESTIMATION OF ORGANIZATIONAL-TECHNOLOGICAL RELIABILITY OF PROJECTS OF INVESTMENT AND CONSTRUCTION ACTIVITY

A methodological approach to improving the organizational and technological reliability of investment-construction projects (ICP) has been formed. Reliability of ICPs is suggested to be considered not only as a probabilistic characteristic of the implementation of the directive terms and cost of construction, but also as a complex system that can be characterized by parameters: reliability, maintainability, durability and retention. The author clarifies the concepts of these reliability parameters in the field of investment and construction projects. Formed principles for assessing the parameters of organizational and technological reliability of investment and construction project.

For the rapid assessment of the reliability of the investment and construction project, it is proposed to use the coefficients of organizational and technological reliability by the cost and terms of construction.

Key words: *organizational and technological reliability; investment and construction project; construction risks; safety and compensation measures*

Відомості про авторів:

Татарченко Г.О. – докт. техн. наук, професор кафедри міського будівництва та господарства Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля

Уваров П.Є. – канд. техн. наук, доцент кафедри міського будівництва та господарства Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля.

Білошицька Н.І. – канд. техн. наук, доцент кафедри міського будівництва та господарства Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля.

Білошицький М.В. – канд. техн. наук, доцент кафедри міського будівництва та господарства Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля.