

ДОСЛІДЖЕННЯ УСУНЕННЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ ВИРОБНИЧИХ РИЗИКІВ НА ТЕРМІНИ РЕАЛІЗАЦІЇ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЄКТІВ

В даній статті представлено дослідження усунення проблеми негативного впливу виробничих ризиків на планування термінів реалізації проєктів будівництва. Відсутність методики комплексного обліку всіх факторів ризику при плануванні будівельного виробництва виключає комплексне прогнозування можливих зривів прийнятої тривалості реалізації будівельних проєктів. Завдяки залученню узагальнювального показника виробітку працівників минулих періодів при розрахунках методами теорії ймовірностей та математичної статистики тривалості реалізації проєкту будівництва можна зменшити невизначеність цих термінів та збільшити надійність прийнятих планових рішень. Надійність прийнятої тривалості реалізації проєкту будівництва із залученням вище вказаного показника може бути досліджена через застосування методів теорії ймовірностей і математичної статистики.

Ключові слова: виробничі ризики, будівельний проєкт, реалізація, усунення, математична статистика, теорія ймовірності, прогнозування.

V. O. REVIKIN

Khmelnytsky National University

RESEARCH ELIMINATION OF THE NEGATIVE IMPACT OF PRODUCTION RISKS IN TERMS OF IMPLEMENTATION OF CONSTRUCTION PROJECTS

This article presents a research on the problem of elimination of negative influence of production risks on planning the timing of construction projects. The lack of a comprehensive methodology taking into account all risk factors when planning construction eliminates complex forecasting potential disruption to the adopted duration of construction projects. By engaging the general indicator production output workers in past periods when the calculation methods of probability theory and mathematical statistics duration of the construction project can be reduce the uncertainty of terms and to increase the reliability of the planning solutions. The reliability of the adopted duration of the construction project with the involvement of the above mentioned indicator can be investigated through the application of methods of probability theory and mathematical statistics.

Keywords: production risks, development project, implementation, troubleshooting, mathematical statistics, probability theory, forecasting.

Кожен учасник торгів, який бажає виграти змагання за отримання підяду на зведення виставленого на тендер об'єкта будівництва, приймаючи рішення про терміни його зведення, повинен враховувати наступне.

1. З одного боку, для перемоги в тендері бажано виставити меншу, ніж його конкуренти, тривалість реалізації проєкту, тобто призначити мінімально можливу тривалість реалізації проєкту.

2. З іншого боку, встановлюючи мінімально можливу тривалість реалізації проєкту, кожен учасник торгів повинен оцінити і по можливості зменшити ймовірність невиконання заявленого терміну реалізації проєкту, адже порушення договірної тривалості будівництва тягне за собою економічні санкції замовника, збитки підрядника.

Ні в кого з них немає і не може бути повної впевненості в успішному результаті реалізації проєкту. Ризик при встановленні тривалості реалізації проєктів загальноновизнаний і неминучий [1]. Щоб знизити втрати від можливих прорахунків при встановленні тривалості реалізації проєктів, необхідні додаткові дослідження, що дозволяють оцінити рівень невизначеності та ризику прийнятих рішень на всіх етапах реалізації проєкту, в тому числі і при призначенні тривалості його реалізації. Під невизначеністю розуміється [2] неповнота або неточність інформації про умови реалізації проєктів, у тому числі – про пов'язані з ними витрати і результати. Невизначеність, пов'язана з можливістю виникнення в ході реалізації проєкту несприятливих ситуацій і наслідків, характеризується поняттям ризику. Повний і достовірний набір можливих сценаріїв розвитку нестандартних ситуацій будівництва, що призводили до ризику досягнення поставлених цілей, в тому числі порушення встановленої тривалості реалізації проєктів, різноманітний і в кожному конкретному випадку оригінальний. В існуючій літературі наводиться широкий спектр можливих варіантів виробничих ризиків. Так, в [2] наводиться класифікація 85 можливих видів ризиків, облік яких повинен забезпечити достатню надійність прийнятих планових рішень. Серед них порушення матеріально-технічного постачання; кліматичні зміни, природні і кліматичні катаклізми; недостатність робочої сили; погані умови на будівельному майданчику; помилки планування і недостатня координація робіт; некваліфікований персонал і низький рівень управління; невраховані зовнішні і внутрішні негативні чинники; погіршення якості та продуктивності праці; помилки у проєктно-кошторисній документації; демонтаж і передислокація пошкодженого технологічного обладнання; порушення запланованого ритму діяльності; неповнота або неточність техніко-економічної інформації; виробничо-технологічні невизначеності (аварії, відмови обладнання, виробничий брак тощо).

Відсутність методики комплексного обліку всіх цих та інших факторів ризику при плануванні будівельного виробництва виключає комплексне прогнозування можливих зривів прийнятої тривалості реалізації будівельних проектів, що вкрай необхідно на стадії тендерних і договірних відносин. Вирішити цю проблему можна використанням в планових розрахунках такого узагальнюючого показника як виробіток робітників. Досягнутий в минулому періоді планування виробіток робітників у натуральному або грошовому виразі як функція багатфакторного впливу негативних і позитивних умов виробництва минулого найбільш повно враховує комплексний вплив самого широкого спектра невизначеностей і ризиків виробництва, в тому числі врахованих і неврахованих у наведеній вище класифікації. Облік ймовірності можливого впливу негативних факторів виробництва на тривалість реалізації проекту в майбутньому здійснюється встановленням на підставі досвіду минулого періоду планування обсягу виробітку робочих $W_{o_i}, W_{p_i}, W_{w_i}$ при виконанні роботи i ($i = 1, 2, 3, \dots, m$) [3].

Надійність прийнятої тривалості реалізації проекту, як і зворотна їй величина, – ризик зриву цієї тривалості, можуть бути досліджені методами теорії ймовірностей і математичної статистики [4], якщо розглядати їх як функцію деякої суми ризиків зриву тривалості окремо взятих робіт, що визначають тривалість реалізації проекту в цілому.

Дослідження в цій сфері встановили [5], що час виконання кожної окремо взятої роботи апроксимується β -розподілом. Якщо це вірно, то розподілення часу виконання окремо взятої роботи, а також проекту в цілому є нормальним, тобто симетричним щодо середнього випадкового значення величини розподілу (рис. 1).

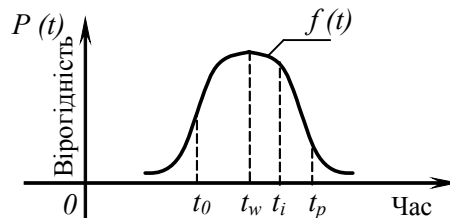


Рис. 1. Стандартний нормальний розподіл тривалості виконання окремо взятої роботи, реалізації проекту в цілому: t_0 – оптимістична тривалість; t_w – найбільш ймовірна; t_p – песимістична тривалість; t_i – очікувана тривалість.

Нормальний закон розподілу дозволяє визначити ймовірність реалізації проекту у встановлений термін, а також оцінити рівень ризику зриву цього терміну з урахуванням величини ступеня розсіювання і стандартного (середньоквадратичного) відхилення тривалості робіт, що визначають тривалість реалізації проекту в цілому.

На підставі значення обсягу виробітку робочих $W_{o_i}, W_{p_i}, W_{w_i}$ та значення кількості трудових ресурсів Rab_i розглянутої роботи i ($i = 1, 2, \dots, m$), визначимо імовірнісні характеристики їх тривалості:

– оптимістична тривалість

$$t_{o_i} = St_i / (W_{o_i} \cdot Rab_i); \quad (1)$$

– песимістична тривалість

$$t_{p_i} = St_i / (W_{p_i} \cdot Rab_i); \quad (2)$$

– найбільш ймовірна тривалість

$$t_{w_i} = St_i / (W_{w_i} \cdot Rab_i); \quad (3)$$

де St_i – кошторисна вартість i -ї роботи.

Так як очікувана тривалість розглянутої роботи $t_i = (t_{o_i} + 4 \cdot t_{w_i} + t_{p_i}) / 6$ (згідно з методом PERT), то підставивши відповідні значення і виконавши незначні перетворення, отримаємо:

$$t_i = (St_i \cdot (W_{w_i} \cdot W_{o_i} + 4 \cdot W_{p_i} \cdot W_{o_i} + W_{p_i} \cdot W_{w_i})) / 6 \cdot W_{p_i} \cdot W_{w_i} \cdot W_{o_i} \cdot Rab_i. \quad (4)$$

Ступінь розсіювання очікуваної тривалості t_i визначається її дисперсією:

$$\sigma_i^2 = \left(\frac{t_{p_i} - t_{o_i}}{6} \right)^2 = \left(\frac{St_i \cdot (W_{o_i} - W_{p_i})}{6 \cdot W_{p_i} \cdot W_{o_i} \cdot Rab_i} \right)^2. \quad (5)$$

Стандартне (квадратичне) відхилення реальної тривалості розглядати роботи від її розрахункового значення:

$$\sigma_i = \sqrt{\sigma_i^2} = \frac{St_i \cdot (W_{o_i} - W_{p_i})}{6 \cdot W_{p_i} \cdot W_{o_i} \cdot Rab_i}. \quad (6)$$

Значення тривалості реалізації проекту в цілому визначається як сума математичних очікувань тривалості послідовно виконуваних робіт, які не мають вільного понад t_i часу на виконання, а стандартне відхилення тривалості реалізації проекту σ – як сума стандартних відхилень цих робіт:

$$\sigma = \sum_{i=1}^{m_1} \sigma_i. \quad (7)$$

Якщо ж роботи, що не мають вільного понад t_i часу, не виявлені, то з деяким допущенням

стандартне відхилення часу реалізації проекту в цілому може бути прийнятим рівним сумі стандартних відхилень робіт проекту:

$$\sigma = \sum_{i=1}^m \sigma_i. \quad (8)$$

Нормальний розподіл тривалості виконання окремих робіт дозволяє визначити ймовірність можливого порушення встановленої тривалості t_{np} реалізації проекту в цілому. Ймовірність того, що фактична тривалість реалізації проекту t_{np} прийме значення, що належить інтервалу (α, β) , дорівнює [6]:

$$P(\alpha < t_{np} < \beta) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{\alpha}^{\beta} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}} dx, \quad (9)$$

де a – математичне сподівання тривалості реалізації проекту рівне t_{doc} .

Використовуючи функцію Лапласа

$$\Phi(t_{np}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{t_{np}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz, \quad (10)$$

отримаємо ймовірність реалізації проекту в часовому інтервалі $(\alpha < t_{np} < \beta)$:

$$P(\alpha < t_{np} < \beta) = \Phi\left(\frac{\beta-a}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{\alpha-a}{\sigma}\right), \quad (11)$$

визначивши значення $\Phi\left(\frac{\beta-a}{\sigma}\right)$ і $\Phi\left(\frac{\alpha-a}{\sigma}\right)$, за таблицею значень функції Лапласа знайдемо шукану ймовірність $P(0 < t_{np} < \beta)$.

Значення ймовірності реалізації проекту $P(0 < t_{np} < \beta)$ дозволяє визначити рівень ризику зриву прийнятої тривалості реалізації проекту. Рівень ризику зриву встановленої тривалості реалізації проекту $R(0 < t_{np} < \beta)$ є зворотна величина ймовірності його реалізації:

$$R(0 < t_{np} < \beta) = 1 - P(0 < t_{np} < \beta). \quad (12)$$

Отже, показник виробітку працівників в минулих періодах грає важливу роль в усуненні ризиків зриву термінів реалізації будівельних проектів. Завдяки використанню його в розрахунках термінів реалізації будівельних проектів методами теорії ймовірності та математичної статистики можна встановити надійність цих термінів та усунути ймовірнісний вплив багатьох із негативних факторів, котрі впливають на вище вказану тривалість реалізації проектів будівництва.

Література

1. Білоконь А.І. Аналіз впливу ризиків на тривалість робіт по проектах, визначення їх розміру та ймовірностей / А.К. Капічін, І.В. Тріфонов. – Дніпропетровськ : ПГАСА, 2005. – Вип. 10. – С. 222–223.
2. Ильин Н.И. Управление проектами / И.Г. Лукманов, А.М. Немчин. – СПб : «Два-три», 2006. – 610 с.
3. Ревякін В.О. Дослідження реалізованості проектів будівництва зі змінною потужністю будівельних потоків / В.О. Ревякін // Економіка і організація управління. – Донецьк : ДНУ, 2013. – С. 110–113.
4. Ивахненко А.Г. Самоорганизация прогнозирующих моделей / Мюллер Й.А. – К. : Техника, 2005. – 223 с.
5. Эддоус М. Методы принятия решений / Стэнсфилд Р. ; пер с англ. – М. : Аудит, ЮНИТИ, 1997. – 590 с.
6. Joel N. Franklin. Methods of Mathematical Economics. Linear and Nonlinear Programming, Fixed-Point Theorems. Pasadena, California: SIAM, 2012.

Надійшла 10.09.2015; рецензент: д. е. н.