

УДК 69.057:658.513.4

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ НАДІЙНОСТІ РОЗРОБКИ І РЕАЛІЗАЦІЇ КАЛЕНДАРНИХ ПЛАНІВ У БУДІВНИЦТВІ

О. Мартиш, к.т.н.

Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

Постановка проблеми. Дослідження в напрямі організаційно-технологічної надійності календарних планів зумовлені частими зривами окреслених строків будівництва. Виникає питання, чому відбуваються зриви.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз робіт таких авторів, як В.А. Афанасьєв, Є.Ю. Антипенко, М.С. Будніков, А.І. Білоконь, В.Т. Вечеров, О.А. Гусаков, В.Ф. Залунін, В.М. Кірнос, В.Р. Млодецький, А.В. Радкевич, В.І. Торкатюк, Р.Б. Тян, Є.П. Уваров [1–6], дав змогу встановити, що зі 60-х років ХХ ст. темі надійності організаційно-технологічних рішень у будівництві приділяли значну увагу, проте надійність планів залишається низькою. При цьому проблему вбачали або в недосконалості застосовуваних методик, за якими розробляли плани і обґрунтовували необхідність їх вдосконалення, або звертали увагу на роль процесу управління в забезпеченні надійності досягнення кінцевого результату.

Постановка завдання. Наше завдання – розглянути методика, згідно з якою за рахунок ефективного управління можна підвищити надійність досягнення кінцевого результату виробничої діяльності організаційної системи, здійснюваної за планами, які спочатку мають низький рівень надійності.

Виклад основного матеріалу. У багатьох літературних джерелах приймають нормальний закон розподілу часу виконання окремої роботи, а також досить часто застосовують β -розподіл. Це свідчить про неоднозначність підходу в зазначеному питанні, тому були проведені відповідні дослідження.

Час виконання будь-якої будівельно-монтажної роботи розглядали як похідну від заданого обсягу робіт та інтенсивності їх виконання (продуктивності виконавця). Доведено, що продуктивність виконання робіт з урахуванням імовірнісної природи виробничих процесів описують нормальним законом розподілу. Діапазон розсіювання інтенсивності виконання роботи визначається її межами між максимальним (оптимістичним) і мінімальним (песимістичним) значеннями, які визначаються технічними та організаційно-технологічними умовами. Відтворимо залежність, яку аналізуємо, в графічному вигляді (рис. 1).

На базі врахування ймовірнісної природи виконання робіт розроблена карта оцінки управлінської реалізованості, за допомогою якої можна розрахувати необхідну в той чи інший момент часу інтенсивність виконання робіт для завершення їх в окреслений строк зі заданою ймовірністю. У процесі досліджень був зроблений важливий практичний висновок: компенсувати відставання від графіка на завершальних етапах значно складніше, ніж забезпечувати резерви на початкових етапах. На початковому етапі реалізації проекту управлінські рішення

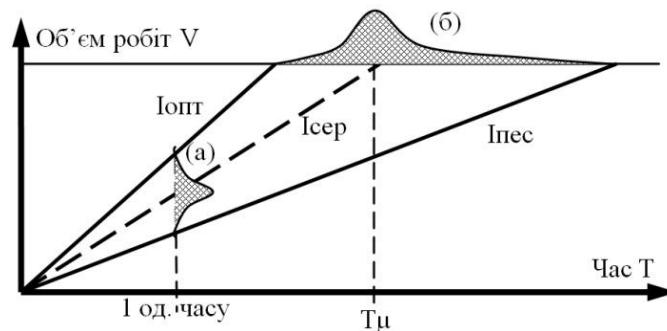


Рис. 1. Геометрична інтерпретація асиметричного закону розподілу часу виконання робіт (б) за нормального закону розподілу інтенсивності їх виконання (а): $I_{\text{пес}}$, $I_{\text{опт}}$, $I_{\text{сеп}}$ – песимістична, оптимістична та середня інтенсивності виконання робіт.

досить ефективні, їх вибір здійснюється з великої кількості альтернативних варіантів можливих майбутніх коригувань. Також у розпорядженні суб'єкта управління є достатні запас часу і ресурсів, виділених на реалізацію проекту, тому роботи можуть виконуватися з максимальною інтенсивністю, за можливості забезпечуючи позитивний заділ на майбутнє. Відмінна ситуація – на завершальному етапі, коли вже освоєна більшість інвестиційних коштів і практично мінімізується можливість впливати на кінцевий результат. Тому найвища надійність забезпечується зміною інтенсивності робіт від вищої на початкових етапах робіт до нижчої – на завершальних.

Подальше завдання полягає у вирішенні задачі взаємної ув'язки потоків у складі календарного плану з урахуванням імовірнісної природи виконання робіт. Це розробка методики отримання підсумкового розподілу часу виконання певного обсягу робіт з урахуванням складного організаційно-технологічного взаємозв'язку робіт (рис. 2).

Часові імовірнісні параметри окремого виду робіт доцільно визначати на базі «віялової» випадкової функції, що враховує наростання невизначеності в часі, а часові параметри потоку розраховувати в матричній формі, яка би враховувала не тільки час, а й інтенсивність робіт в оптимістичному і песимістичному режимах, що дає змогу встановлювати необхідний рівень надійності.

Зазначені методи були апробовані за розробки календарного плану будівництва житлового комплексу в місті Дніпропетровську. Застосування імовірнісного підходу до розрахунку часових параметрів календарного плану потребувало проведення додаткових показників, що характеризують роботу конкретних виконавців, які будуть задіяні в цій програмі робіт. Такі дані були отримані з аналізу результатів роботи виконавців у минулі періоди за аналогічними видами робіт. На підставі виконання цих робіт була розрахована за розробленою методикою матриця часових параметрів виконання робіт з урахуванням визначеної надійності досягнення кінцевого результату та побудована циклограма робіт.

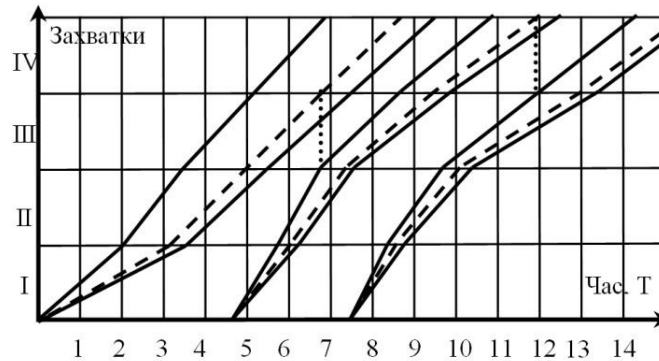


Рис. 2. Циклограма поточного виконання робіт з урахуванням рівня ймовірності часу завершення робіт на захватках.

Надалі було встановлено функціональний взаємозв'язок між організаційно-технологічною надійністю (ОТН) плану, необхідним рівнем надійності досягнення кінцевого результату та інтенсивністю відмов у системі й, відповідно, режимом управлінських впливів. Це дає змогу кількісно визначити параметри управління виробничим процесом, що забезпечують надійність кінцевого результату вищу, ніж початкова ОТН плану.

Надійність організаційної системи визначається ймовірністю того, що в довільний момент часу значення контрольованих параметрів (наприклад, обсяг виконаних робіт у натуральних одиницях) не виходять за межі допустимих відхилень. Відповідно до положень теорії надійності, виробничі системи у процесі цілеспрямованого функціонування можуть перебувати у двох станах: працездатному (що відповідає визначенню надійності) та непрацездатному (що відповідає визначенню ризику). Перехід системи з працездатного стану в непрацездатний характеризується відмовою. На відміну від технічних систем, в організаційних системах цей перехід є не миттєвим (раптовим), а плавним «параметричним». За параметричних відмов поступово накопичуються негативні тенденції в системі, і завдання управління полягає у виявленні стійких негативних тенденцій на ранній стадії їх появи, в результаті чого збільшується час для їх компенсації ще до досягнення межі допустимих відхилень. Отже, управління виключає або зменшує ймовірність появи відмови, підвищуючи загалом надійність функціонування системи.

Для оцінки надійності деякого параметричного процесу використовують коефіцієнт готовності. Його визначають як частину часу від загального часу спостереження, протягом якого об'єкт перебуває в працездатному стані. Під час реалізації параметричного процесу чергуються випадкові періоди часу працездатного і непрацездатного станів. Для процесу управління важлива динаміка наростання невизначеності контрольованого параметру в часі. До наступного моменту управлінського впливу процес розвивається під впливом випадкового дрейфу контрольованого параметра. У цьому зв'язку з функції наростання

невизначеності розраховане математичне очікування періоду працездатного і непрацездатного станів (тобто очікуваний час, коли система перейде із працездатного в непрацездатний стан):

$$t = \frac{\ln\left(\frac{k(1+\rho) - 1}{\rho}\right)}{-\mu(1+\rho)}$$

В отриманій формулі параметр k відповідає необхідному з позицій управління рівню надійності досягнення кінцевого результату, а ρ – рівню ОТН календарного плану будівництва. Це дає змогу розрахувати проміжок часу до настання чергової відмови системи.

Одержані результати засвідчують можливість впливу за допомогою вибору режиму управління на надійність досягнення кінцевого результату, причому цей рівень надійності вище, ніж вихідний, закладений у плановому завданні. З отриманої залежності випливає загальна тенденція: чим нижче ОТН і вища необхідна надійність результату, тим менша тривалість етапу працездатного стану системи і вища, відповідно, інтенсивність управлінського впливу на об'єкт управління.

Зазначений підхід дає змогу планувати роботу будівельної організації за річною програмою так, щоб за взаємоув'язкою об'єктних календарних планів у складі річної програми не відбувалися пікові накладення етапів підвищеної інтенсивності відмов за декількома об'єктами одночасно. На прикладі реального календарного плану будівництва 10-типоверхового житлового комплексу в місті Дніпропетровську були розраховані епюри інтенсивності відмов за окремими етапами (рис. 3).

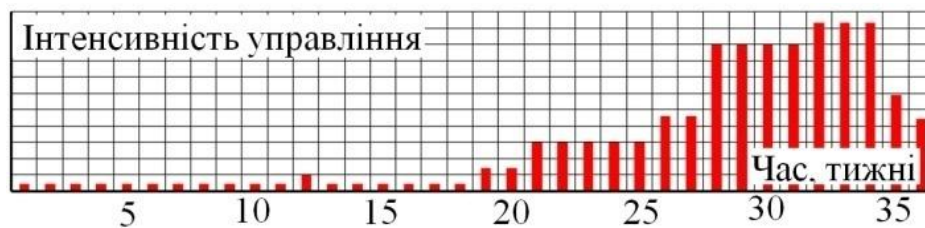


Рис. 3. Епюра необхідної інтенсивності управління для ліквідації відмов за етапами виконання робіт.

Аналіз наявних методик оцінки ефективності інвестиційних проектів показує, що одним з основних впливових параметрів є час. Однак у такому випадку час – це не самоціль, а лише параметр, який прямо чи опосередковано входить у розрахункові формули всіх традиційно застосовуваних показників ефективності. Отож, можна дійти висновку, що оцінювати ОТН будівництва, обмежуючись тільки одним обраним характерним параметром, недостатньо. Цим можна обмежитися під час оцінки елементарних процесів, розглядаючи це як проміжний результат, як частину у складі цілого. Коли ж оцінюється надійність підсумкового результату, аналіз ефективності й надійності його досягнення повинні мати

комплексний характер. Оскільки економічні показники ефективності взаємопов'язані між собою, то для всіх необхідно застосовувати єдиний рівень надійності.

За такого підходу функцію, що визначає значення «кінцевого результату», можна розглядати як цільову функцію за відповідної системи обмежень. У сукупності це формує математичну модель, яка логічно визначає значення кількісного вимірника «кінцевого результату» за певних граничних значень впливових параметрів.

Цільовою слугує функція, що визначає значення NPV (чистий приведений дохід).

На основі проведених розрахунків побудовано поверхню NPV за різних значень зовнішніх впливових факторів (рис. 4). Чим більша частина поверхні знаходиться в зоні позитивних значень осей координат, тим більша стійкість економічних показників до можливих змін впливових факторів. Оскільки в основу цих розрахунків покладено час, то через цей параметр відстежується вплив організаційно-технологічних та управлінських рішень на кінцеві значення показників економічної ефективності, а відповідно, й на надійність їх досягнення.

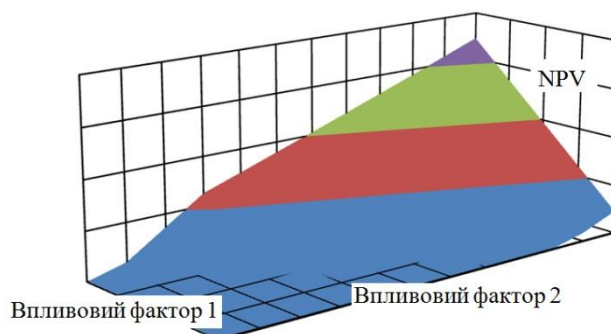


Рис. 4. Поверхня NPV за різних значень зовнішніх впливових факторів (вісь X – сума від комерційного використання об'єкта; вісь Y – кошторисна вартість будівництва; вісь Z – NPV).

Висновки. На підставі аналізу сучасного стану робіт у галузі організаційно-технологічної надійності в будівництві встановлено, що, незважаючи на проведені за останні десятиліття дослідження, надійність планів залишається досить низькою. Однією з причин є те, що оцінка надійності кінцевого результату тільки на підставі рішень, закладених у календарні плани на етапі їх розробки, недостатня. Необхідною умовою є врахування режиму подальшого управління як активної складової процесу підвищення надійності в будівництві, для чого використовують карту оцінки управлінської реалізованості, на основі якої здійснюється вибір варіанта управлінських рішень за етапами виконання плану.

Бібліографічний список

1. Абдуллаев Г. И. Повышение организационно-технологической надежности строительства линейно-протяженных сооружений методом прогнозирования отказов [Электронный

- ресурсе] / Г. И. Абдуллаев, В. З. Величкин, Т. Н. Солдатенко // Инженерно-строительный журнал. – 2013. – № 3. – С. 43–50. – Режим доступа : engstroy.spb.ru/index_2013_03/velichkin.pdf.
2. Величкин В. З. Управление и надежность реализации строительных программ [Электронный ресурс] / В. З. Величкин // Инженерно-строительный журнал. – 2014. – № 7. – С. 74–79. – Режим доступа : engstroy.spb.ru/index_2014_07/10.pdf.
3. Гусаков А. А. Организационно-технологическая надежность строительного производства / А. А. Гусаков. – М. : Стройиздат, 1974. – 252 с.
4. Млодецкий В. Р. Вероятностные параметры выполнения отдельной строительномонтажной работы / В. Р. Млодецкий, А. А. Мартыш // Вестник Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. – 2013. – № 3. – С. 8–14. – Режим доступа : http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vpabia_2013_3_4.pdf.
5. Недавий О. И. Оценка организационно-технологической надежности строительства объектов / О. И. Недавий, С. В. Базилевич, С. М. Кузнецов // Системы. Методы. Технологии. – 2013. – № 2 (18). – С. 137–141. – Режим доступа : http://brstu.ru/static/unit/journal_smt/docs/number18/137-141.pdf.
6. Bratcu A. I. Some new results on the analysis and simulation of bucket brigades (selfbalancing production lines) [Electronic resource] / A. Bratcu, A. Dolgui // International Journal of Production Research/ – 2009/ – Vol. 47, № 2. – P. 369–387. – Mode of access : tandfonline.com/doi/full/10.1080/00207540802426128.

Мартыш О. Методи підвищення організаційно-технологічної надійності розробки і реалізації календарних планів у будівництві

Дослідження присвячене вирішенню науково-прикладної задачі підвищення надійності календарних планів будівництва на основі вдосконалення методів планування і вибору раціональних режимів управління. Досліджено процес календарного планування будівництва об'єктів з урахуванням імовірнісної природи впливових факторів, а також організаційно-технологічні та управлінські процеси, які забезпечують задану надійність реалізації календарних планів у будівництві. Описані методики дають змогу кількісно оцінити динаміку наростання невизначеності в термінах виконання робіт і в результаті контролювати зміну надійності в процесі виконання плану.

Ключові слова: календарне планування, організаційно-технологічна надійність, відмова.

Martysh A. The methods of improving of organizational and technological reliability of development and implementation of schedules

The thesis is devoted to solving scientific problems of improving the reliability of construction schedules through improved planning methods and choice of rational management modes. The aim is establishing the impact of organizational and technological solutions at the stage of planning and management process to achieve reliable end result. We consider the scheduling of construction by considering probabilistic nature of the influencing factors. That allows you to monitor the reliability during the process of plan realization.

Key words: scheduling, organizational and technological reliability, failure.

Мартыш А. Методы повышения организационно-технологической надежности разработки и реализации календарных планов в строительстве

Статья посвящена решению научно-прикладной задачи повышения надежности календарных планов строительства на основании совершенствования методов планирования и выбора рациональных режимов управления. Исследуется процесс календарного планирования строительства объектов с учетом вероятностной природы влияющих факторов, а также организационно-технологические и управленческие процессы, которые обеспечивают заданную надежность реализации календарных планов строительства.

Ключевые слова: календарное планирование, организационно-технологическая надежность, отказ.