

## ПІДВИЩЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ НАДІЙНОСТІ КАЛЕНДАРНИХ ПЛАНІВ

О.О.Мартин

*Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, м.  
Дніпропетровськ*

**Введення.** 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 дозволив встановити, що починаючи з 60-х років теми надійності організаційно-технологічних рішень у будівництві приділяється велика увага, проте надійність планів залишається низькою. При цьому проблему вбачали або в недосконалому застосуванні методик, за якими розроблялися плани, і обґрунтовували необхідність їх вдосконалення, або звертали увагу на роль процесу управління в забезпеченні надійності досягнення кінцевого результату. Слід очікувати, що ці процеси не можуть розглядатися у відриві один від іншого, надійність кінцевого результату визначається як ефективним плануванням, так і ефективним управлінням реалізацією плану.

**Ціль.** Розглянути методику, згідно якій за рахунок ефективного управління можна підвищити надійність досягнення кінцевого результату виробничої діяльності організаційної системи, що реалізується за планами з початковим низьким рівнем надійності.

**Результати досліджень.** В проведених дослідженнях час виконання будь-якої будівельно-монтажної роботи розглядався як похідна від заданого об'єму робіт та інтенсивності їх виконання (продуктивності виконавця). Доведено, що продуктивність виконання робіт з урахуванням ймовірнісної природи виробничих процесів описується нормальним законом розподілу. Щільність розподілу для цього закону є симетричною, а діапазон розсіювання інтенсивності виконання роботи визначається її межами між максимальним (оптимістичним) і мінімальним (песимістичним) значеннями, які визначаються технічними та організаційно-технологічними умовами.

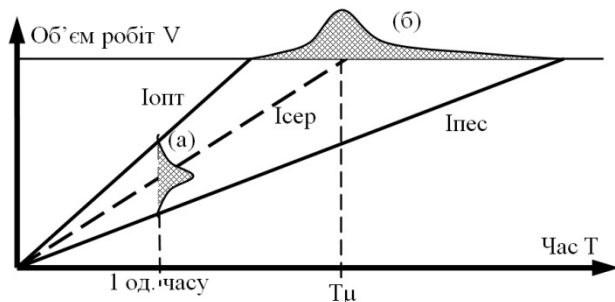


Рис. 1. Геометрична інтерпретація асиметричного закону розподілу часу виконання робіт (б) при нормальному законі розподілу інтенсивності їх виконання (а):  $I_{пес}$ ,  $I_{опт}$ ,  $I_{сер}$  –песимістична, оптимістична та середня інтенсивність виконання робіт

На основі геометричних перетворень була розрахована асиметрія в розподілі часу завершення робіт (рис. 1, фігура б). Аналіз залежності показує, що при відношенні максимальної інтенсивності виконання робіт до мінімальної  $K = I_{опт} / I_{пес} \leq 1,2$  така асиметрія проявляється несуттєво, а при  $K > 1,2$  динаміка її наростання різко збільшується.

На базі врахування ймовірнісної природи виконання робіт розроблена карта оцінки управлінської реалізованості, за допомогою якої стає можливим розрахувати необхідну в той чи інший момент часу інтенсивність виконання робіт для завершення їх в намічений строк з заданою вірогідністю. В ході 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 досить ефективні, їх вибір здійснюється з великої кількості альтернативних варіантів, також суб'єкт управління має в своєму розпорядженні достатній запас часу і ресурсів, тому роботи можуть виконуватися з максимальною інтенсивністю, по можливості забезпечуючи позитивний заділ на майбутнє. Відмінна ситуація має місце на завершальному етапі, коли вже освоєна основна маса інвестиційних коштів і можливість впливати на кінцевий результат зводиться до мінімуму. Тому найвища надійність при реалізації календарного плану забезпечується зміною інтенсивності робіт від більш високої на початкових етапах робіт до більш низької - на завершальних.

Подальша задача полягала у вирішенні задачі взаємної ув'язки потоків у складі календарного плану з урахуванням ймовірнісної природи виконання робіт. Для цього була розроблена методика

отримання підсумкового розподілу часу виконання певного обсягу робіт з урахуванням складного організаційно-технологічного взаємозв'язку робіт.

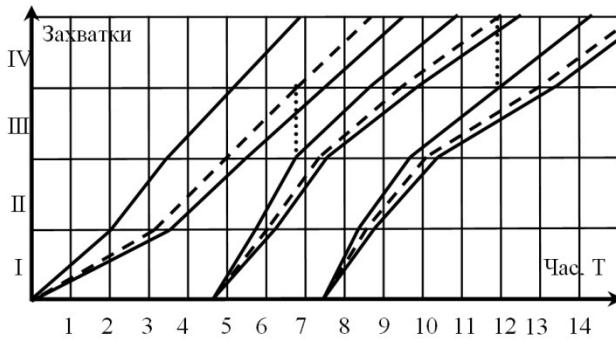


Рис. 2. Циклограма поточного виконання робіт із урахуванням рівня вірогідності часу завершення робіт на захватках

Ця методика була апробовані при розробці календарного плану будівництва житлового комплексу у місті Дніпропетровську. Застосування імовірнісного підходу до розрахунку часових параметрів календарного плану потребувало визначення статистичних параметрів, що характеризують роботу конкретних виконавців, задіяних у програмі робіт. Такі дані були отримані з аналізу результатів роботи цих виконавців у минулі періоди за аналогічними видами робіт.

У ході досліджень був встановлений функціональний взаємозв'язок між організаційно-технологічною надійністю (ОТН) плану, необхідним рівнем надійності досягнення кінцевого результату та режимом управління. Надійність організаційної системи визначається ймовірністю того, що в довільний момент часу значення параметрів (наприклад, об'єм виконаних робіт у натуральних одиницях) не виходять за межі допустимих відхилень. Виходячи з цього, система в будь-який момент часу знаходиться або в працездатному (що відповідає визначенню надійності), або в непрацездатному (що відповідає визначенню ризику) стані. Перехід системи з працездатного стану в непрацездатний характеризується відмовою. На відміну від технічних систем, в організаційних системах цей перехід не є миттєвим (раптовим), а плавним "параметричним", при якому відбувається поступове накопичення негативних тенденцій в системі. Для оцінки таких параметричних відмов використовується коефіцієнт готовності, що визначається як частина часу, протягом якого об'єкт перебуває в працездатному стані. На основі цього легко знаходиться очікуваний

час, коли система перейде із працездатного в непрацездатний стан, тобто проміжок часу до настання чергової відмови системи:

$$t = \frac{\ln\left(\frac{k_2(1+p)-1}{p}\right)}{-\mu(1+p)}, \quad (1)$$

де  $k_2$  - необхідний з позицій управління рівень надійності досягнення кінцевого результату;  $p$  - рівень ОТН календарного плану.

З отриманої залежності випливає загальна тенденція: чим нижче ОТН і вище необхідна надійність результату, тим коротше тривалість етапу працездатного стану системи і тим скоріше настає чергова відмова.

На прикладі реального календарного плану будівництва 10-ти поверхового житлового комплексу у місті Дніпропетровську були розраховані епюра інтенсивності відмов за етапами робіт (рис. 3) та встановлено, що їх інтенсивність значно зменшується, якщо контролювати тільки виконання робіт, що лежать на критичному шляху.

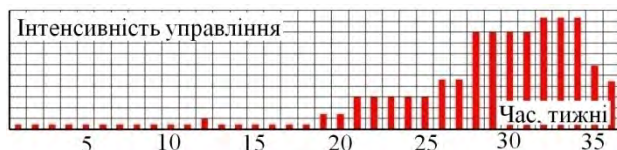


Рис. 3. Епюра виникаючих відмов за етапами виконання робіт і відповідно необхідної інтенсивності управління для їх ліквідації

Для оцінки ефективності інвестиційних проектів одним з основних параметрів виступає час. Однак, в даному випадку час - це не самоціль, а лише параметр, який прямо чи опосередковано входить в розрахункові формули всіх традиційно застосовуваних показників ефективності. Виходячи з викладеного, можна зробити висновок, що оцінювати ОТН будівництва, обмежуючись тільки одним обраним характерним параметром, недостатньо. Коли оцінюється надійність підсумкового результату, аналіз ефективності і надійності його досягнення повинні носити комплексний характер. При такому підході функцію, що визначає значення "кінцевого результату", можна розглядати як цільову функцію при відповідній системі обмежень. В якості цільової вибираємо функцію, що визначає значення NPV (чистий приведений дохід).

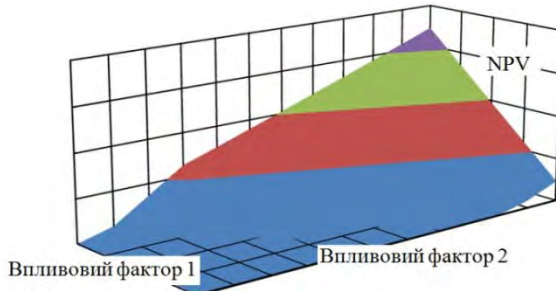


Рис. 4. Поверхня NPV при різних значеннях зовнішніх впливових факторів (вісь X – суми від комерційного використання об'єкта; вісь Y – кошторисна вартість будівництва; вісь Z – NPV)

Чим більша частина поверхні знаходиться в зоні позитивних значень осей координат, тим більша стійкість економічних показників до можливих змін впливових факторів. Оскільки в основі цих розрахунків лежить час, то через цей параметр відслідковується вплив організаційно-технологічних та управлінських рішень на кінцеві значення показників економічної ефективності, а відповідно й на надійність їх досягнення.

### ***Висновки***

Як показали проведені дослідження, при проектуванні календарних планів потрібно враховувати ймовірність виконання у задані терміни окремих будівельно-монтажних робіт. Також було виявлено, що оцінка надійності кінцевого результату тільки на підставі рішень, закладених у календарні плани на етапі їх розробки, є недостатньою. Необхідною умовою є врахування режиму подальшого управління як активної складової процесу підвищення надійності в будівництві.

### **Summary**

**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.**

## *Література*

1. Абдуллаев Г. И. Повышение организационно-технологической надежности строительства линейно-протяженных сооружений методом прогнозирования отказов [Электронный ресурс] / 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](http://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](http://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. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные. и ремонтно-строительные работы. Сборник Е4, выпуск 1. Режим доступа: [http://www.tehlit.ru/e\\_enir.htm](http://www.tehlit.ru/e_enir.htm)
5. Млодецкий, В. Р. Вероятностные параметры выполнения отдельной строительной-монтажной 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](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vpabia_2013_3_4.pdf)
6. Млодецкий, В. Р. Концепція надійності в організації будівельного виробництва / В. Р. Млодецкий, А. В. Загуменова, Н. Ю. Морощкіна // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. - 2014. - № 4. - С. 19-24. - Режим доступа: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vpabia\\_2014\\_4\\_6.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vpabia_2014_4_6.pdf)
7. Недавний О. И. Оценка организационно-технологической надежности строительства объектов / О. И. Недавний, С. В. Базилевич, С. М. Кузнецов // Журнал "Системы. Методы. Технологии". - 2013. - № 2 (18). - С. 137-141. - Режим доступа: [http://brstu.ru/static/unit/journal\\_smt/docs/number18/137-141.pdf](http://brstu.ru/static/unit/journal_smt/docs/number18/137-141.pdf)
8. Bratcu, A. I. Some new results on the analysis and simulation of bucket brigades (selfbalancing production lines) [Электронный ресурс] / A. I. Bratcu, A. Dolgui // International Journal of Production Research, 2009, vol. 47, no. 2, pp. 369–387. Режим доступа: [tandfonline.com/doi/full/10.1080/00207540802426128](http://tandfonline.com/doi/full/10.1080/00207540802426128)
9. Min-Lan Yang. Enhancement of scheduling reliability in building project using theory of constraint [Электронный ресурс] / Min-Lan Yang, Tsung-Chieh-Tsai // Journal of the Operational Research, 2008, vol. 51, no. 4, pp. 284-298. Режим доступа: [http://www.orsj.or.jp/~archive/pdf/e\\_mag/51-4-284-298.pdf](http://www.orsj.or.jp/~archive/pdf/e_mag/51-4-284-298.pdf)
10. Yang, K. K. Maximizing throughput of bucket brigades on discrete workstations [Электронный ресурс] / K. K. Yang, Y. E. Lim // Production and Operations Management. – 2009. – Vol.18. – P.48-59. Режим доступа: <http://www.mysmu.edu/faculty/yflim/yflim-POM2009.pdf>