



ISSN 1819-432X print / ISSN 1993-3495 online

СУЧАСНЕ ПРОМИСЛОВЕ ТА ЦИВІЛЬНЕ БУДІВНИЦТВО  
СОВРЕМЕННОЕ ПРОМЫШЛЕННОЕ И ГРАЖДАНСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО  
MODERN INDUSTRIAL AND CIVIL CONSTRUCTION

2013, ТОМ 9, НОМЕР 1, 43–48

УДК 69.06:658.012.2

## ОЦІНКА ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ БУДІВЕЛЬНОГО ПРОЕКТУ ЗА ДОПОМОГОЮ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

**Н. О. Данкевич**

*Запорізька державна інженерна академія,  
пр. Леніна, 226, м. Запоріжжя, Запорізька обл., Україна, 69006.  
E-mail: Dankevich\_Natali@mail.ru*

*Отримана 21 лютого 2013; прийнята 22 березня 2013.*

**Анотація.** На цей час економіка країни вимагає зміни підходів до оцінки вироблення і прийняття організаційно-технологічних рішень з урахуванням сучасних досягнень в галузі науки і техніки за допомогою нових методів і моделей. В умовах ринкових відносин на оптимальність організаційно-технологічних рішень будівельного проекту впливає велика кількість чинників. Ці обставини зумовлюють необхідність розробки ефективної системи управління, щоб мінімізувати їх вплив на вибір оптимального варіанта будівельного проекту. Практика показала, що чим досконаліше методи оцінки, тим вище надійність управлінських, організаційних, технологічних і економічних рішень. У статті розглядається питання підвищення надійності управлінських рішень будівельного проекту та пропонується методика оцінки організаційно-технологічних рішень будівництва за допомогою імітаційного моделювання.

**Ключові слова:** тривалість, собівартість, організаційно-технологічні рішення, надійність, імітаційне моделювання, будівельний проект.

## ОЦЕНКА ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТА С ПОМОЩЬЮ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

**Н. А. Данкевич**

*Запорожская государственная инженерная академия,  
пр. Ленина, 226, м. Запорожье, Запорожская обл., Украина, 69006.  
E-mail: Dankevich\_Natali@mail.ru*

*Получена 21 февраля 2013; принята 22 марта 2013.*

**Аннотация.** В данное время экономика страны требует изменения подходов к оценке выработки и принятия организационно-технологических решений с учетом современных достижений в области науки и техники с помощью новых методов и моделей. В условиях рыночных отношений на оптимальность организационно-технологических решений строительного проекта влияет большое количество факторов. Эти обстоятельства определяют необходимость разработки эффективной системы управления, чтобы минимизировать их влияние на выбор оптимального варианта строительного проекта. Практика показала, что чем совершеннее методы оценки, тем выше надежность управленческих, организационных, технологических и экономических решений. В статье рассматривается вопрос повышения надежности управленческих решений строительного проекта и предлагается методика оценки организационно-технологических решений строительства с помощью имитационного моделирования.

**Ключевые слова:** продолжительность, себестоимость, организационно-технологические решения, надежность, имитационное моделирование, строительный проект.

## EVALUATION OF ORGANIZING-TECHNOLOGICAL SOLUTIONS OF CONSTRUCTION PROJECT BY MEANS OF IMITATION DESIGN

Natalie Dankevich

Zaporozhye State Engineering Academy,  
226, etc. Lenina, Zaporozhe, Zaporozhe region, Ukraine, 69006.

E-mail: Dankevich\_Natali@mail.ru

Received 21 February 2013; accepted 22 March 2013.

**Abstract.** At present the country economy requires changing an approach the evaluation of development and making organizing-technological solution taking into account the latest advances in the sphere of science and technology by means of new methods and models. Plenty of factors influence the optimality of organizational-technological solutions of a building project in the market conditions. These circumstances are predetermined the necessity of development an effective control system, to minimize their influence on the choice of an optimal variant building project. Practice has shown that the better evaluation methods are the higher reliability of organizational, technological and economic solutions is. The article addresses issue of increasing the reliability of administrative decisions for a building project and suggests an evaluation methodology of organizing-technological construction solutions using imitation design.

**Keywords:** duration, prime price, organizing-technological decisions, reliability, imitation design, building project.

### Постановка проблеми

Формування в Україні економіки ринкового типу зумовило суттєві зміни в організаційних, виробничих і економічних стосунках між усіма учасниками інвестиційно-будівельної діяльності. Інвестувати все частіше доводиться в умовах високої невизначеності і невпевненості в отриманні очікуваного кінцевого прибутку. Завжди залишається можливість того, що проект, визнаний спроможним, виявиться збитковим, оскільки досягнуті в ході інвестиційного процесу значення параметрів відхилилися від планових або ж які-небудь чинники взагалі не були враховані.

Таким чином, на усіх етапах, починаючи від перспективного планування, підготовки будівельного виробництва, проектування зведення об'єктів на будівельному майданчику, ув'язка інтересів учасників будівництва може бути досягнута на основі моделей і методів обґрунтування і вибору оптимальних варіантів організаційно-технологічних рішень (ОТР).

Ці рішення дозволяють визначити оптимальні строк і вартість будівництва при заданій якості будівельно-монтажних робіт з урахуванням вибраних методів організації і технології виробництва будівельно-монтажних робіт.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

В умовах ринкових відносин на оптимальність ОТР впливає велика кількість чинників, що зумовлює необхідність розробки ефективної системи управління для вибору оптимального варіанта ОТР.

Великий вклад у створення наукових основ оптимального планування, теорії оптимальних рішень технології і організації будівельного виробництва внесли такі видатні вчені, як Ю. А. Авдєєва, А. Г. Аганбегян, В. І. Батурін, А. І. Берг, М. С. Будникова, А. А. Гусакова, Л. В. Канторович, В. А. Немчинов, І. Д. Павлова, С. А. Пічугіна, В. І. Рибальський, В. І. Скосирев, В. І. Фокова та інші.

### Основна частина дослідження

Відомо, що будівельні системи значно складніші за технічні системи. Головна відмінна особливість будівельних систем – їх організаційний характер, об'єднання у виробничому процесі не лише технічних систем (конструкцій, будівель, машин), але і соціологічних систем (робітників, бригад). Взаємодія цих систем між собою і із зовнішнім середовищем носить імовірнісний

характер [5, 6, 8, 10], який, проте, до останнього часу не враховувався організаційно-технологічною документацією по зведенню будівель і комплексів (ПОС і ППР), заснованою на детермінованій нормативній базі (ДБН, СНіП, ЄНіР, ГНч та ін.).

Організаційно-технологічні рішення ґрунтуються не лише на фінансових можливостях замовника, але і на організаційно-технологічних рішеннях підрядника, які характеризуються здатністю освоювати грошові кошти, виділені на однійменному етапі будівництва, з різною інтенсивністю, яка визначається кількістю і якістю використовуваних трудових ресурсів і виробничих потужностей.

Але перш ніж вкладати гроші в інвестиційний проект, слід оцінити його ефективність (рисунки 1). Отримання прибутку є тимчасовим віддаленням результатів від витрат. Таким чином, величина додаткових витрат з боку замовника визначається розміром освоєної до цього моменту кошторисної вартості об'єкта. Отже, замовник зацікавлений в тимчасовому наближенні витрат і результатів. Використання критеріїв оцінки ефективності інвестиційних проектів дозволяє дійти досить надійного і об'єктивного висновку. При ухваленні рішень щодо підвищення інтенсивності робіт потрібне створення моделей і методів, які б дозволили оцінити ефек-

тивність ОТР в сукупності їх впливу на критерії часу і вартості виконання будівельно-монтажних робіт.

Вперше залежність «час-вартість» була досліджена в роботах Келлі, ці дослідження знайшли свій розвиток в теорії управління інвестиційними проектами [2, 6, 7, 8,]. Загальний характер цієї залежності представлений на рисунку 2 [2].

Згідно з рисунком можливо виділити дві зони виконання робіт:

- зона оптимізації інтенсивності, яка характеризується тим, що зменшення часу виконання робіт за рахунок підвищення інтенсивності призводить до збільшення витрат будівельної організації, але з іншого боку, для скорочення відповідних витрат потрібно зниження інтенсивності виконання робіт;
- зона вимушеної інтенсивності, яка визначає ситуацію, коли збільшення тривалості виконання робіт супроводжується їх дорожчанням, і внаслідок цього вона неперспективна для ухвалення оптимальних рішень.

Постійне ускладнення будівельного виробництва робить неприйнятними сучасні аналітичні детерміновані методи для дослідження організаційно-технологічних рішень і проектування будівельних проектів, оскільки «прогнозування» поведінки складної системи, якою і є будівельний проект, може мати сенс тільки у рамках імовірнісних

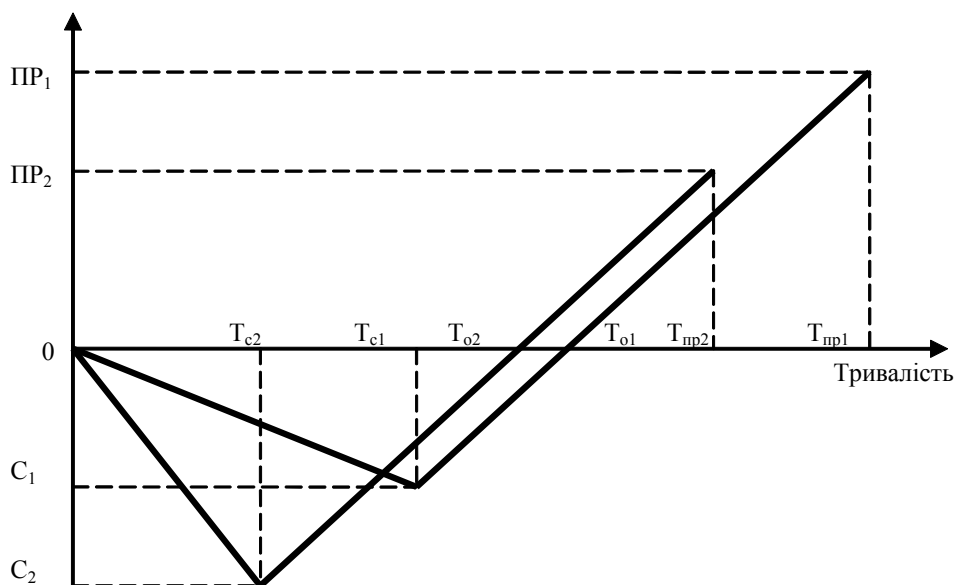
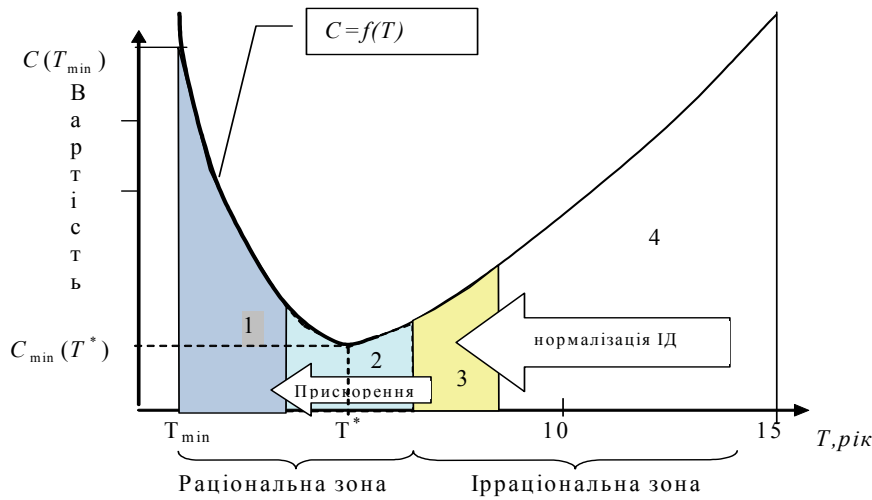


Рисунок 1. Варіанти інвестиційної діяльності замовника.



**Рисунок 2.** Залежність вартості будівельного проекту від його тривалості: 1 – зона прискорення реалізації проекту; 2 – світовий рівень; 3 – зона нормативних строків будівництва до 1991 года; 4 – зона теперішнього стану.

категорій [1, 3, 7, 8]. Іншими словами, для очікуваних подій можуть бути вказані лише вірогідність їх настання. Дуже перспективним у зв'язку з цим є імітаційне моделювання, яке дозволяє дати єдине логіко-математичне уявлення системи на основі об'єднання формальних і неформальних методів. Імітаційні методи дозволяють не лише аналізувати усі існуючі системи, але на основі цього досвіду і різних гіпотез прогнозувати і проектувати оптимальні за кожним прийнятним критерієм системи, що мають принципово нові організаційно-технологічні якості, такими як організаційно-технологічна надійність [4–8]. Надійною рахуватимемо таку систему, яка підготовлена до швидкої адаптації при випадковій зміні зовнішніх і внутрішніх параметрів. Однією з причин, що утрудняють знаходження абсолютно оптимального рішення розподілу інвестиційних вкладень і на їх основі виробництва будівельно-монтажних робіт, є випадковий характер значення тривалості робіт усього будівельного проекту і, як наслідок, варіювання вартості проекту від запланованої величини тривалості (рисунок 3).

Тривалість і вартість роботи згідно з сітьовим графіком заздалегідь точно не відома і може приймати лише одне з ряду можливих значень. Іншими словами, тривалість і вартість роботи є випадковими величинами, що характеризують-

ся своїм законом розподілу, тобто своїми числовими характеристиками.

Наприклад, дана сітьова модель  $(i, j) \in A$ , де  $A$  – множина робіт у графі  $G(U, A)$   $U$  – число вузлів моделі,  $A$  – число операцій (робіт). Вплив зовнішнього середовища на хід будівництва впливає і на його тривалість. І навпаки, по збільшенню тривалості будівництва можна судити про величину негативних чинників, а отже, і про розмір збільшення собівартості. Таким чином, якщо має місце збільшення тривалості  $t(i, j)$ -ої роботи проекту, ми можемо говорити (наприклад за допомогою системи експертних оцінок) і про розмір зростаючої собівартості  $C_{ij}$   $(i, j)$ -ої роботи.

Оскільки у вихідній інформації завжди присутній чинник невизначеності, то про час виконання  $(i, j)$ -ої роботи можна судити лише на підставі її граничних значень:  $t_{ij}^{\min}$ ,  $t_{ij}^{\max}$  (тобто оптимістичних і песимістичних оцінок). Згідно зі значеннями, системою експертних оцінок визначаються і граничні показники вартості  $C_{ij}^{\min}$ ,  $C_{ij}^{\max}$   $(i, j)$ -ої роботи. Проміжні значення вартості  $(i, j)$ -ої роботи  $C_{ij}$  визначаються шляхом інтерполяції згідно з відповідним значенням тривалості  $t_{ij}$ . Таким чином, величини  $C_{ij}$  і  $t_{ij}$  лінійно залежні.

У роботах [3, 7, 8] тривалість виконання робіт характеризується бета-розподілом з щільністю.

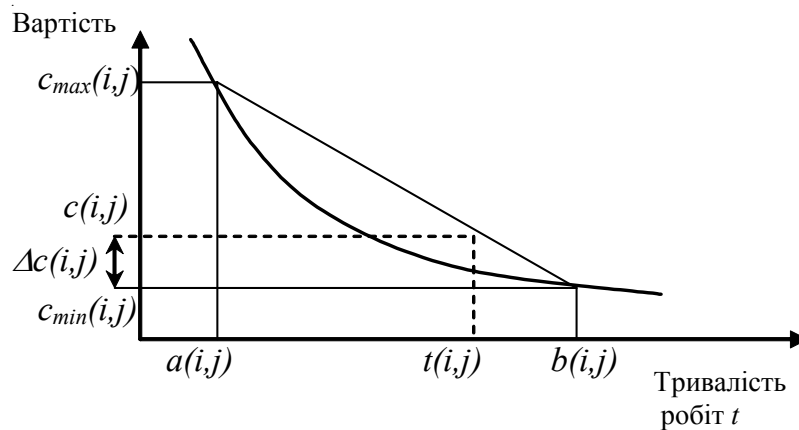


Рисунок 3. Залежність тривалості від вартості.

При цьому математичне очікування і дисперсія є випадкові величини. Оскільки величини лінійно залежні, то згідно з теоремою про функції випадкової величини [4, 5, 8, 10] можна стверджувати, що вартість  $C(i, j)$ -ої роботи також характеризується бета-розподілом.

Для визначення статистичної функції розподілу використовується ідея методу Монте-Карло, заснованого на теорії імітаційного моделювання. Він полягає в розгляді сітьового графіка як імовірнісної моделі, на якій оцінки тривалості окремих робіт можуть набувати будь-яких значень, що лежать в крайніх (мінімум і максимум) вказаних експертами межах, і навіть виходити за ці межі в тій мірі, в якій це допускають закони теорії вірогідності [1, 3, 7]. Суть методу статистичних випробувань полягає в отриманні дуже великої кількості окремих реалізацій цієї моделі, що відрізняються одна від одної тим, що тривалість робіт в усіх варіантах моделі випадково вибирається за законами, що характеризують розподіл кожної з окремих оцінок тривалості. Для цього виконується «розиграш» сітьового графіка шляхом моделювання випадкового яви-

ща за допомогою деякої процедури, що дає випадковий результат.

### Висновки

Так само, як і в життя, конкретне здійснення процесу складається кожного разу інакше, так само і в результаті «розиграшу» виходить одна реалізація випадкового явища. Виконуючи «розиграш», отримуємо статистичний матеріал – безліч реалізацій випадкового явища, який можна опрацювати методами математичної статистики.

Практика показала, що чим досконаліше методи оцінки, тим вище надійність управлінських, організаційних, технологічних і економічних рішень.

Тому проведені дослідження дозволяють дійти висновку, що для оцінки критеріїв надійності організаційно-технологічних рішень необхідно використовувати імовірнісні методи, їх створення і використання повинні базуватися на сітьових моделях, тип опису яких носить детерміновано-стохастичний характер.

### Література

1. Гаджинский, А. М. Логистика [Текст] : Учебник / А. М. Гаджинский. – 11-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство «Торговая корпорация «Дашков и К», 2005. – 432 с.
2. Організація та проектування логістичних систем [Текст] : підручник / М. П. Денисенко, П. Р. Левковець, Л. І. Михайлова та ін.; за ред. М. П. Денисенка, П. Р. Левковця, Л. І. Михайлової. – К. : Центр учбової літератури, 2010. – 336 с.

### References

1. Anisimov, V. G.; Anisimov, E. G.; Bosov, D. B. Network model and methods of resource and temporary optimization in innovation projects management. Moscow: MPG U, 2006. 117 p. (in Russian)
2. Blank, I. A. Financial management. Curriculum. Kyiv: Nika-Tsentr; Elga, 2002. 527 p. (in Russian)
3. Ventsel, E. S. Probability theory. Textbook. The 7<sup>th</sup> edition. Engineering Moscow: High School, 2001. 575 p. (in Russian)

3. Абрамов, Л. И. Организация и планирование строительного производства. Управление строительной организацией [Текст] : учеб. для вузов / Л. И. Абрамов, Э. А. Минаенкова. – М. : Стройиздат, 1999. – 400 с.
4. Ефименко, А. З. Управление запасами сырьевых материалов и их оптимизация на предприятиях стройиндустрии [Текст] / А. З. Ефименко, А. Н. Рыбко, Н. Н. Дергачев // Экономика строительства. – 2005. – № 10. – С. 38–45. – ISSN 031-776.
5. Жаворонков, Е. П. Логистика в строительстве [Текст] : учеб. пособие для вузов / Е. П. Жаворонков ; СГУПС. – 3-е изд., перераб. и доп. – Новосибирск : [б. и.], 2001. – 214 с. – ISBN 5-93461-042-2.
6. Завадскас, Э. К. Комплексная оценка и выбор ресурсосберегающих решений в строительстве [Текст] / Э. К. Завадскас. – Вильнюс : Моклас, 1987. – 212 с.
7. Ильин, Н. И. Системный подход в управлении строительством [Текст] / Н. И. Ильин. – М. : Стройиздат, 2001. – 165 с.
8. Кирнос, В. М. Организация строительства [Текст] / В. М. Кирнос, В. Ф. Залунин, Л. Н. Дадиверина. – Днепрпетровск : Пороги, 2005. – 309 с.
9. Логистическая организация капитального строительства [Текст] / Под ред. В. Н. Стаханова. – Ростов-на-Дону : РГСУ, 1998. – 256 с.
10. Основы логистики [Текст] : Учебное пособие / Под ред. Л. Б. Миротина, В. И. Сергеева. – М. : ИНФРА-М, 1999. – 204 с.
11. Павлов, И. Д. Модели управления проектами [Текст] : учеб. пособие / И. Д. Павлов, А. В. Радкевич. – Запорожье : ГУ «ЗИГМУ», 2004. – 320 с.
12. Смирчинський, А. Логістичний менеджмент у будівництві [Текст] : Монографія / Андрій Смирчинський, Валентин Смирчинський, Василь Мартинюк. – Тернопіль : ЗБРУЧ, 2006. – 262 с.
4. Gusakov, A. A. System engineering of building. Moscow: Stroiiizdat, 1983. 440 p. (in Russian)
5. Zavadskas, E. K. System engineering evaluation of process engineering solution of building production. Leningrad: Building edition. Leningrad department, 1991. 256 p. (in Russian)
6. Pavlov, I. D. Optimal models of building production organization. Textbook. Kyiv: ISDO, 1993. 220 p. (in Ukrainian)
7. Pavlov, I. D.; Breharia, G. P.; Radkevich, A. V. Models of management decision making. Monograph. Zaporozhye: ZNU, 2005. 322 p. (in Russian)
8. Radkevich, A. V.; Dankevich, N. O. Choice of effective variant of organization and process engineering solutions of building design. In: *City municipal engineering*. Kharkov: KSAME, 2011, Issue 101, p. 97–103. (in Ukrainian)
9. System engineering of building. Encyclopedia. Edited by A. A. Gusakov. Moscow: Association of Building Institutes, 2004. 320 p. (in Russian)
10. Tian, R. B.; Pavlov, I. D.; Golovkova, L. S. Gesign management in production system. Monograph. Zaporozhye: GU ZIDMU, 2006. 208 p. (in Ukrainian)

**Данкевич Наталья Александровна** – старший преподаватель кафедры промышленного и гражданского строительства Запорожской государственной инженерной академии. Научные интересы: организационно-технологические решения строительных проектов, имитационное моделирование, критерии оптимальности, системотехника организации строительства, критерии надёжности строительных проектов.

**Данкевич Наталія Олександрівна** – старший викладач кафедри промислового і цивільного будівництва Запорізької державної інженерної академії. Наукові інтереси: організаційно-технологічні рішення будівельних проектів, імітаційне моделювання, критерії оптимальності, системотехніка організації будівництва, критерії надійності будівельних проектів.

**Natalia Dankevich** – senior lecturer, Industrial and Civil Engineering Department, Zaporozhe State Engineering Academy. Scientific interests: organizationally technological decisions of building projects, model of imitation design, criteria of optimality, system technique of organization of building, criteria of reliability of building projects.