

УДК 69.06.658

**Н.О. Данкевич,**  
старший викладач  
ORCID: 0000-0002-7146-9303  
Запорізький національний університет

## **ВІРОГІДНО-СТАТИСТИЧНИЙ ПРИНЦИП СИСТЕМОТЕХНІКИ, ЯК ІНСТРУМЕНТ НАДІЙНОСТІ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ**

*У статті розглядаються основні питання підвищення надійності управлінських рішень будівельного проекту, який є системою взаємозв'язаних елементів (робіт), характеристики яких (тривалість і вартість) є випадковими величинами, що обумовлене невизначеністю вихідної інформації. Актуальним напрямом досліджень в цій області є розробка інтегральної моделі організаційно-технологічних і управлінських рішень, що дозволяє вибрати оптимальні критерії створення кінцевого продукту і подальшого моніторингу їх виконання.*

**Ключові слова:** надійність, системотехніка, інвестор, сітьове планування, ефективність.

**Постановка проблеми.** Будівельна галузь вважається однією з пріоритетних галузей народного господарства. На сучасному етапі розвитку економіки України будівництво визначається не тільки соціальною значущістю, а й можливістю використання, як потужного інструмента безінфляційного попиту на товар тривалого користування, а також підвищення темпів економічного зростання у суміжних галузях української економіки.

Будівництво, як галузь матеріального виробництва, призначено для створення основних фондів виробничого і невиробничого призначення та відновлення основних засобів всіх учасників економічної системи. Важлива та важка роль, що відведена будівництву, вимагає якісного його забезпечення всіма необхідними ресурсами (людськими, фінансовими, енергетичними, інформаційними, технологічними). За даними Державної служби статистики України у 2019 році обсяг виробленої будівельної продукції склав близько 141213,1 млн. грн. Загальна площа будівель (нове будівництво) за видами на початок будівництва у січні-вересні 2019 року 16149724 м<sup>2</sup>.

На протязі тривалого часу для оцінки економічної ефективності виробничих інвестицій застосовувалися методи в основі яких лежить критерій, що характеризує ефект, який планується отримати в результаті реалізації будівельного проекту. В умовах економічних відносин в основу визначення ефективності інвестиційного будівельного проекту закладаються критерії і методи, що зачіпають інтереси підприємств, організацій, об'єднань і інших юридичних осіб, що беруть участь в проекті, незалежно від форм власності.

Процеси ухвалення управлінських рішень відбуваються, як правило, в умовах наявності тієї або іншої міри невизначеності [2,9,10].

Повне виключення невизначеності, тобто створення однозначних умов реалізації будівельного проекту є наскільки бажаним для кожного підприємця, так же і неможливим. В той же час, невизначеність не можна трактувати як виключно

негативне явище. В умовах коли прийняте управлінське рішення ще не цілком відбулося, невизначеність може обіцяти додаткові можливості, які не були видні на самому початку інвестиційного проекту.

Таким чином, реалізація будівельного проекту йде в умовах невизначеності і ризиків і ці дві категорії взаємозв'язані, а одним з найважливіших показників в організаційно-технологічному проектуванні є надійність. Використання економіко-математичних методів та залучення обчислювальної техніки дозволять розширити дослідження і галузі оптимізації організаційно-технологічних моделей будівельного виробництва.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Сучасний стан будівельної галузі досліджувався як вітчизняними так і зарубіжними фахівцями, такими як Антипенко Є.Ю., Гусаков А.А., Доненко В.І., Завадскас Е.К., Ільїн Н.И., Лапідус А.А., Млодецкий Р.В., Нанасова А.М., Олійник П.П., Павлов І.Д., Поколенко В.О., Радкевич А.В., Скакун Є.В., Тяг Р.Б., Тугай О.А., Чулков В.О., Шрейбер А.К. та інші. Але незважаючи на високий рівень професіоналізму названих авторів, ще існує ряд питань, що вимагають подальшого теоретичного і практичного рішення. Це, в свою чергу, визначило актуальність проблеми, обумовило вибір теми статті, сформувані її мету та основні завдання.

**Формування мети.** Метою дослідження є аналіз стану будівельної галузі України та розробка методів і моделей на основі вірогідно-статистичних принципів методологічної основи системотехніки для прийняття ефективних організаційно-технологічних рішень які сприяють підвищенню надійності інвестиційного проекту.

**Методи дослідження.** В процесі наукового дослідження застосовані методи сільового аналізу, прогнозування, імітаційне моделювання, логічного узагальнення результатів та інші.

**Викладання основного матеріалу.** Сучасний рівень розвитку будівельного виробництва вимагає докорінних змін методів управління та широкого впровадження комплексної автоматизації процесів вироблення та прийняття оптимальних управлінських рішень. Але труднощі тут очевидні, оскільки будівельна організація являє собою систему, яка складається із значної кількості взаємопов'язаних елементів, що функціонують як єдине ціле, де ресурси трансформуються в будівельну продукцію (будівлі і споруди).

Багато будівельних організацій як локальні об'єкти управління функціонують неефективно, що пояснюється використанням виробничих потужностей не на повну потужність, нерівномірним використанням трудових ресурсів і відставанням в розвитку виробничої бази. Це є значним недоліком в плануванні та управлінні будівництвом. З одного боку, відсутні науково обгрунтовані перспективні плани будівельно-монтажних робіт, з другого - слабо ув'язані поточні та оперативні плани з фінансовими, матеріально-технічними та трудовими ресурсами, а також спостерігається недостатня гнучкість управління - великий обсяг обчислювальної роботи не дозволяє традиційними методами регулярно переглядати рішення та перерозподіляти ресурси в умовах змінення економічної ситуації. [2,3,7].

Організаційно-технологічне проектування є складним процесом, метою якого є забезпечення спрямованості організаційних, технічних і технологічних рішень на досягнення кінцевого результату - введення в дію об'єктів з необхідною якістю,

у встановлені терміни з максимальним прибутком підрядника. Одним з найважливіших показників в організаційно-технологічному проектуванні є надійність.

Надійність організаційно-технологічного проектування визначається імовірністю реалізації розроблених організаційно-технологічних рішень при будівництві об'єктів. Надійність визначається можливістю ліквідації будівельних відхилень у ході будівництва від дії дестабілізуючих факторів. Для підвищення ефективності будівництва необхідно підвищувати організаційно-технологічну надійність (ОТН) проектування ще на стадії техніко-економічних обґрунтувань. В основу розробки ОТН в першу чергу повинен бути закладений імовірнісно-статистичний підхід. [2,4].

В умовах розвитку економічних стосунків особливо актуальною стає проблема розвитку і активізації ринкових механізмів управління капітальним будівництвом.

Залежність будівельного виробництва від багатьох чинників зовнішнього і внутрішнього середовища, а саме: природно-кліматичних, інженерно-геологічних, економічних, постачальників, субпідрядників та інших, зумовлює існування певної різноманітності прогнозованих вартісних і тимчасових показників інвестиційного проекту, що обумовлено неможливістю отримання точної інформації про умови реалізації проекту. Невизначеність початкових даних на передінвестиційній стадії реалізації робить можливим виникнення несприятливих результатів. Тому виграти тендер, запропонувавши мінімальні показники вартості і тривалості проекту, ще не означає отримати прибуток від його реалізації, оскільки закони ринку припускають економічну відповідальність фірми-підрядника за узяті на себе зобов'язання.

В існуючих економічних умовах будівельній організації постійно доводиться приймати рішення про те, як залучити замовника, та оцінити запропоновані їм умови контракту з позицій надійності результатів, як виконати власні виробничі показники, що дозволяють отримати не лише договір-підряду, але і отримати прибуток від його реалізації.

Вище викладене дозволяє стверджувати, що в сучасних ринкових умовах процеси виробничо-економічного планування набули складнішого характеру. Для ефективного управління ними потрібне застосування нових методів управління, оскільки аналіз останніх показав їх неспроможність в умовах ринкової конкуренції. Ці обставини і визначили цілі і завдання дослідження.

Реалізація інвестиційного проекту припускає виконання комплексу взаємозв'язаних робіт, частина з яких має свою невизначеність і ризик. На наш погляд, на пильну увагу заслуговує виявлення допустимих відхилень значень параметрів тривалості і вартості інвестиційного проекту. В якості показника ризику невиконання інвестиційного проекту в заданий термін у рамках певного бюджету в загальному випадку пропонується використати імовірнісні значення тривалості і вартості робіт. Проблема полягає в тому, що необхідно визначити найбільш реальні значення тривалості і вартості інвестиційного проекту, а також вірогідність виконання проекту в певний термін у рамках виділеного бюджету для того, щоб отримати максимальний економічний ефект від проекту з мінімальним ризиком. При плануванні нових будівельних проектів виникає невизначеність, вирішення якої недоступне при використанні традиційних методів планування, наприклад: встановлення тривалості виконання робіт колективами виконавців,

рівномірний розподіл ресурсів по видах робіт, скорочення терміну закінчення усіх робіт при мінімальній витраті та інше. Таким чином, завдання полягає в тому, щоб знайти вірогідність виконання інвестиційного проекту і в строк, або знайти ефективне управлінське рішення вартості та тривалості при заданій вірогідності.

Тому для визначення надійності прийняття управлінських рішень будівельного проекту ефективнішим методом є використання удосконаленого апарату імітаційного моделювання яких в своєму алгоритмі використовує закон розподілу двовірної випадкової величини. До яких відносяться закон розподілу, функцію розподілу, математичне сподівання, умовне математичне сподівання, коваріація та коефіцієнт кореляції [1].

Час та вартість виконання всіх робіт являє собою випадкові величини з відомим законом розподілу. Загальний час (критичний шлях) виконання будівельно-монтажних робіт, розглядається як функція, випадкових величин. Поставлена задача буде розв'язана, якщо знайти функцію розподілу випадкової двовірної величини  $T$  і  $C$ , тобто за умови, що  $F^*(T) = P(T \leq T_3)$  та  $F^*(C) = P(C \leq C_3)$ . Для цього виконується розіграш з використанням електронних таблиць Microsoft Excel [8-9] за допомогою деякої процедури, що дає випадковий результат за методом інверсій.

Заданий процес реалізується щоразу по-іншому, внаслідок же розіграшу отримується одна реалізація випадкового явища. Виконуючи розіграш задане число разів, отримуємо статистичний матеріал - множину реалізації випадкового явища. Його можна обробити звичайними методами математичної статистики. Прийом статистичного моделювання сітьового графіка з використанням даного методу здається простішим, особливо для складних операцій, в яких бере участь багато елементів будівельного процесу і в яких випадкові фактори складним чином взаємодіють. Тут сама випадковість безпосередньо включається в процес моделювання і є його головним механізмом. Оцінку близькості емпіричного розподілу тривалості і вартості проекту до теоретичного визнають згідно з критерієм узгодження Пірсона, (дозволяє оцінити статистичну значущість відмінностей двох або декількох відносних показників). Проте для більшості практичних задач раціональніше будувати графік двовірної випадкової величини  $F(T) = P(T \leq T_{дир})$ ,  $F(C) = P(C \leq C_{дир})$  і за ним графічно визначати реалізацію моделі в заданий час. Застосовуючи його і не вдаючись до аналітичного розрахунку, можна встановити рівень організаційно-технологічної надійності. Межа допустимого ризику (МДР), як показали численні дослідження [2,7,9], міститься в діапазоні  $0,35 \leq P(T, C) \leq 0,65$ . При  $P(T, C) \leq 0,35$  можливе порушення строків у бік збільшення потребу переглянути розв'язання організаційно-технологічні рішення, так і щодо заданих строків, тобто або змінити потребу в трудових ресурсах у бік збільшення або переглянути строки будівництва, що закладаються в ПОБ. Якщо  $P(T, C) > 0,65$  доцільно також переглянути розв'язанні рішення, оскільки на операціях  $(i, j) \in T_{кр}$  використовуються надлишкові ресурси.

**Висновки.** Таким чином, склалася ситуація, коли науково обгрунтовані підходи до проектування і функціонування системи прийняття і узгодження організаційно-технологічних рішень у будівельному виробництві не відповідають практиці розвитку економічних відносин, що обумовлює актуальність розробки

нових підходів і методів прийняття ефективних управлінських рішень. З точки зору сучасних вимог аналіз організаційно-технологічних рішень доцільно здійснювати у рамках теорії функціонування систем і системотехніки будівництва. Усебічне вдосконалення принципів розробки і аналізу організаційно-технологічних рішень на основі нових технологічних якісно підвищує рівень організації виробничої діяльності будівельних підприємств. Актуальним напрямом досліджень в цій області є розробка інтегральної моделі організаційно-технологічних і управлінських рішень, що дозволяє вибирати оптимальні критерії.

Отже, потенціальний інвестор, за допомогою удосконаленого методу буде забезпечений повним набором даних, що характеризують ризик проекту. На цій основі він зможе прийняти зважене рішення о реалізації будівельного проекту.

#### **Список літератури:**

1. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения: учебное пособие. Вид.-5-е, перераб. и дополн. Москва: ЮСТИЦИЯ, 2018. 480 с.
2. Данкевич Н.О. Підвищення ефективності організаційних рішень у складі проекту організації будівництва. *ДНУЗТ ім. В. Лазаряна Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*. 2019. Вип. 16. С38-43.
3. Завадкас, Э. К. Системотехническая оценка технологических решений строительного производства Ленинград, 1991. 256 с.
4. Млодецький В.Р., Загуменова А.В., Морошкіна Н.Ю. Концепція надійності в організації будівельного виробництва. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2014. № 4. С. 19-24.
5. Наукові основи розвитку будівельної галузі України: монографія / за ред. І. А. Арутюнян. Запоріжжя: ЗДІА, 2017. 460 с.
6. Организационно-технологическая и экономическая надежность в строительстве / Млодецкий В.Р., Тянь Р.Б., Попова В.В., Мартиш А.А.. Днепропетровск: наука и образование, 2013. 193с.
7. Павлов, И. Д., Брехаря Г. П., Радкевич А. В. Модели принятия управленческих решений: монография: Запорожье: ЗНУ, 2012. 322 с.
8. Радкевич А.В., Арутюнян І.А., Данкевич Н.О. Аналіз існуючих методів і моделей при обґрунтуванні організаційно-технологічних рішень будівництва об'єктів. *ДНУЗТ ім. В. Лазаряна. Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*. 2017. Вип. 11. С74-80.
9. Радкевич А.В., Данкевич Н.О. Вибір ефективності варіанту організаційно-технологічних рішень будівельного проекту. *ХНАМГ. Комунальне господарства*. 2011. Вип.101. С97-103.
10. Скакун Є.В. Подолання невизначеності в девелоперських моделях організації будівництва. *Управління розвитком складних систем*. 2016. № 25. С. 192 – 197.

#### **References**

1. Ventzel, E.S. & Ovcharov, L.A. (2018). Probability Theory and Its Engineering Applications: A Training Manual». 5 berez., Moscow: JUSTICE .

2. Dankevych, N.O. (2019) Increasing the effectiveness of organizational decisions within the construction organization project. *Bridges and tunnels: Theory, Research, Practice*, issue 16, 38-43.
3. Zavadskas, E.K. (1991) Systematic evaluation of technological solutions for construction production Leningrad.
4. Mlodetsky, V.R. (2014). Conceptualism in the organization of everyday life of the vibrobitvtva / V.R. Molodetsky, A.V. Zagumanov, N.Yu. Moroshkina // News of Pridniprovsk State Academy of Architecture and Architecture, 4, 19-24.
5. Scientific bases of development of construction industry of Ukraine: IA Arutiunian (2017), Zaporozhye: ZDIA.
6. Molodetsky, V.R., Tyan, R.B., Popova, V.V. & Martish, A.A. (2013). Organization-technological and economic reliability in construction. Dnepropetrovsk: science and education, 193.
7. Pavlov, I.D., Brehari, G., Radkevych, A.V. (2012) *Decision Making Models*, Zaporizhzhia: ZNU.
8. Radkevych, A.V., Arutiunian, I.A., Dankevych, N.O. & Saikov D.V. (2017) Determination of conceptual approaches obligatability to optimization models implementation into building production for domestic contracting companies, *Bridges and tunnels: Theory, Research, Practice*, issue 12, 78-86.
9. Radkevych, A.V. & Dankevych, N.O. (2011) Selection of an effective variant of organisational and technological solutions for construction project. *Municipal Economy of Cities*, issue 101, 97-103.
10. Skakun, Eugene V. (2016). Overcoming uncertainty in the models of development of construction organizations. Management of Development of Complex Systems, 25, 192–197.

***Н.А. Данкевич***

***Вероятно-статистический принцип системотехники, как инструмент надежности принятия управленческих решений.***

*В статье рассматриваются основные вопросы повышения надежности управленческих решений строительного проекта, который является системой взаимосвязанных элементов (работ), характеристики которых (продолжительность и стоимость) являются случайными величинами, что обусловлено неопределенностью исходной информации. Актуальным направлением исследований в этой области является разработка интегральной модели организационно-технологических и управленческих решений, позволяющая выбирать оптимальные критерии создания конечного продукта и дальнейшего мониторинга их выполнения.*

***Ключевые слова: надежность, системотехника, инвестор, сетевое планирование, эффективность.***

***N.A. Dankevych***

***Probably statistical principle of systems engineering as an instrument of reliability of managerial decision making.***

*The article examines the main issues of reliability management solutions of a construction project, which is a system of interrelated elements (activities) with characteristics (duration and cost) are random variables, due to the uncertainty of the*

*initial information. Complete elimination of uncertainty, i.e. the creation of definite conditions of realization of a construction project is as desirable for every entrepreneur, so impossible. At the same time, the uncertainty should not be treated as an exclusively negative phenomenon. In conditions when taken by the management decision not yet fully taken place, the uncertainty can promise additional features that were not visible at the beginning of the investment project. Thus, the implementation of construction project in conditions of uncertainty and risk and these two categories are interrelated, and one of the most important indicators of organizational and technological design is reliability. The use of economic-mathematical methods and the involvement of computers will expand research and industry optimization of organizational-technological models of construction industry. The present level of development of building production requires a fundamental change of methods of management of organizational and technological processes and introduction of complex automation of processes of development and making optimal organizational and technological solutions. Organizational-technological design is a complex construction process, the purpose of which is providing a focus for organizational, technical and technological solutions for achieving the final result - the introduction of objects with the required quality, in time and with maximum profit of the contractor. One of the most important indicators of organizational and technological design is reliability, which determines the possibility of the elimination of construction deviations during construction from the action of destabilizing factors. Topical area of research in this area is the development of improved apparatus of the simulation, which in its algorithm uses the distribution law for two-dimensional random variable that allows to choose optimal criteria for end product and further monitoring of their implementation.*

**Keywords:** *reliability, systems engineering, investor, network planning, efficiency.*

### **Посилання на статтю**

**АРА:** Dankevych, N.A. (2020). Virohidno-statystychnyy pryntsyp systemotekhniky, yak instrument nadiynosti pryunyattya upravlin'skykh rishen. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*, 43, 67–73.

**ДСТУ:** Данкевич Н.О. Вірогідно-статистичний принцип системотехніки, як інструмент надійності прийняття управлінських рішень [Текст] / Н.О. Данкевич // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. – 2020. – № 43. – С. 67–73.