

УДК 658.512.3

Скакун Євген Вячеславович

Аспірант кафедри організації будівництва

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

**ПОДОЛАННЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ В ДЕВЕЛОПЕРСЬКИХ МОДЕЛЯХ
ОРГАНІЗАЦІЇ БУДІВНИЦТВА**

Анотація. У статті розглянуто трирівневу організаційно-технологічну модель підготовки будівництва, що удосконалює перелік робіт, які формуються ще на початковому етапі впровадження проекту: від документального підтвердження замовника до інших, таких як інженерної, організаційної та технологічної підготовки. Сформовано графічну сітьову модель, яка враховує зв'язки всіх учасників будівельного виробництва з врахуванням їх можливих меж відповідальності. В роботі розглянуто імітаційну модель уникнення ризику, сутність якої полягає в імітаційному або варіантному моделюванні ймовірностей змін параметрів у роботах, виявлено діапазон можливих значень параметрів робіт, які складно передбачити. У процесі дослідження було розроблено математичну модель "Багатокритеріальне коригування параметрів технологій будівництва", яка буде розраховувати альтернативний варіант вибору будівельної технології.

Ключові слова: організація будівництва; сітьова організаційна модель; організаційно-технологічна модель; моделювання будівництва; девелоперські організації; подолання невизначеності

Актуальність теми

Підвищення ефективності підготовки до будівництва або організації будівельного виробництва, особливо в умовах кризових явищ, які спостерігаються на світових та українському ринках, може бути забезпечене шляхом моделювання (сітьового, математичного або, як окремий випадок, імітаційного). Побудова організаційно-технологічних моделей дозволяє вирішити суперечності, які виникають під час оцінювання якості будівельних технологій, своєчасного виконання необхідного комплексу будівельно-монтажних робіт, умов формування інвесторів щодо кошторису, кризових явищ в економіці, які призводять до невизначеності. Часто в умовах подолання невизначеності традиційні

інструменти моделювання будівельного виробництва є неадекватними. Через це для безпосереднього використання в девелоперських організаціях, їх необхідно модифікувати, а інколи й повністю змінювати формулювання.

Мета статті

Метою статті є забезпечення ефективної підготовки до будівництва в умовах подолання невизначеності, де пропонується узагальнена трирівнева організаційно-технологічна модель підготовки будівництва, яка включає: математичну модель багатокритеріального коригування параметрів технологій будівництва або вибору альтернативної технології, імітаційну модель уникнення ризику та сітьову організаційну модель (рис. 1).

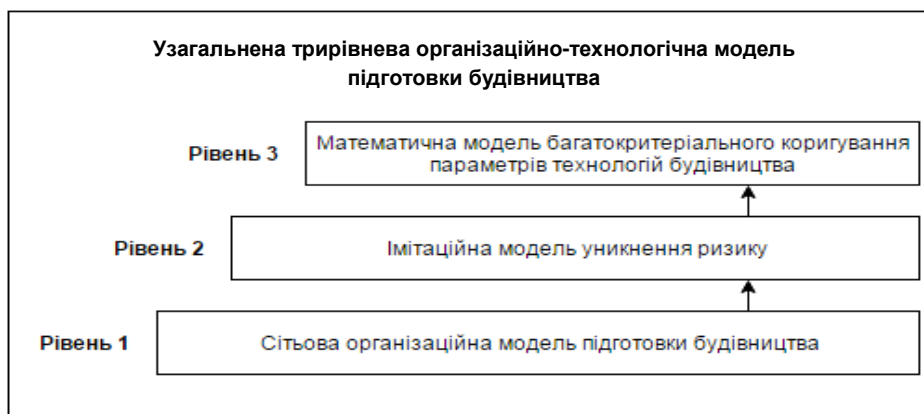


Рисунок 1 – Складові узагальненої трирівневої організаційно-технологічної моделі підготовки будівництва

Виклад основного матеріалу

На першому рівні організаційно-технологічного моделювання розглядається сітьова модель, яку будемо називати «Організаційна мережа підготовки будівництва». Вона визначає такі складові:

1. Удосконалений перелік всіх робіт, які формуються на початковому етапі. До нього належить: документальне підтвердження побажань замовника, складові організаційно-технологічної підготовки до будівництва, реалізація заходів щодо початку зведення будівлі або споруди відповідно до побажань замовника з врахуванням інженерної, організаційної та технологічної підготовки.

2. Формування графічно-сітьової моделі, яка розміщує комплекс робіт таким чином, щоб враховувались зв'язки всіх учасників будівельного виробництва (інвестора, замовника, генпідрядника тощо), з врахуванням їх можливих дій та меж відповідальності, а також загальними засадами функціонування девелоперської організації.

3. Модель має здатність формувати модифікований перелік параметрів в конструкції графа.

На другому рівні організаційно-технологічного моделювання будівництва розглядається імітаційна модель уникнення ризику, яка базується на моделі «Організаційна мережа підготовки будівництва». Таку модель будемо називати «Імітаційний вибір стратегії реалізації будівництва». Сутність цієї моделі полягає в імітаційному або варіантному моделюванні ймовірностей змін параметрів у роботах, параметри яких складно передбачити, для виявлення діапазону можливих значень параметрів робіт. Змінені значення параметрів беруться за основу на наступних етапах імітаційного моделювання, тобто адаптивно коригуються або фіксуються і включаються до узагальненої тривірневої моделі підготовки будівництва. Основою цієї моделі є граф, який відображає мережу всіх робіт та зв'язки між ними, який побудовано на попередньому етапі моделювання за моделлю «Організаційна мережа підготовки будівництва».

Третій рівень організаційно-технологічного моделювання включає математичну модель «Багатокритеріальне коригування параметрів технологій будівництва». Розглянемо цю модель детально.

Під будівельною технологією будемо розуміти сукупність дій, способів та засобів, що використовуються для обробки природних та штучних матеріалів, зміни їх характеристик та

положення в просторі з метою створення закінченої будівельної продукції з необхідними властивостями та якістю. Загалом під будівельною технологією можна вважати взаємозв'язок таких складових, як: конструкції (будемо позначати цю складову через K), матеріал, з якого ці конструкції виготовлені M , технологічний процес з обробки матеріалів T та виконавці або технічні засоби P , які реалізують технологічний процес. Крім того, виконання цього процесу пов'язане з витратами часу L з врахуванням станів зовнішнього середовища S . Отже, структура будівельної технології може бути представлена у вигляді комплексу таких описаних складових: $\{K, M, T, P, L, S\}$.

На прикладі структури будівельних технологій житлових багатоповерхових будівель розглянемо ряд підсистем. Підсистема конструкцій житлових багатоповерхових будівель складається з таких елементів: ростверк, фундамент, зовнішні огорожувальні конструкції, інженерні мережі, внутрішні конструкції тощо. Ці елементи об'єднуються в три цикли: підземний, надземний та оздоблювальний. Така підсистема складається з ряду кількісних або якісних параметрів $K = \{K_1, K_2, \dots, K_n\}$, які повинні задовольняти потреби $K_{\min} \leq K_i \leq K_{\max}$, $i = \overline{1, n}$. По аналогії можна визначити підсистему матеріалів як сукупність параметрів $M = \{M_1, M_2, \dots, M_m\}$, причому кожен матеріал має характеристики, які відповідають нормативним вимогам $M_{\min} \leq M_j \leq M_{\max}$, $j = \overline{1, m}$. Для підсистеми «технологічний процес» визначають певний перелік робіт і послідовність їх виконання: $T = \{T_1, T_2, \dots, T_l\}$, $T_{\min} \leq T_k \leq T_{\max}$, $k = \overline{1, l}$.

Підсистема технічних засобів складається з комплексу будівельних машин, обладнання, механізмів та інструментів, на основі яких реалізується комплекс робіт в технологічному процесі. В даному випадку розглядаються у комплексі технічні засоби і робочі ресурси: $P = \{P_1, P_2, \dots, P_r\}$, $P_{\min} \leq P_v \leq P_{\max}$, $v = \overline{1, r}$, тобто на кожному етапі будівництва повинні враховуватися обмеження технічних засобів та кількість працюючих.

Таким чином, модель структури будівельної технології зведення житлових багатоповерхових будівель Π_{\max} полягає в аналізі сукупності матеріально-технічних та організаційних зв'язків, що дає змогу забезпечити технологічний процес зведення об'єкта будівництва.

Якщо стани зовнішнього середовища та час розглядати як сукупність параметрів, тобто $L = \{L_1, L_2, \dots, L_w\}$, $L_{\min} \leq L_q \leq L_{\max}$, $q = \overline{1, w}$, та $S = \{S_1, S_2, \dots, S_g\}$, $S_{\min} \leq S_c \leq S_{\max}$, $c = \overline{1, g}$, то концептуальна модель може бути представлена у вигляді:

$$K + M + T + P + L + S \rightarrow \Pi_{\max}.$$

Побудову моделі необхідно проводити на етапі проектування нового будівництва, при цьому враховувати цілі всіх учасників будівництва (інвестор, забудовник, проектувальник, підрядчик, власник). Мета девелоперської компанії полягає у максимальному врахуванні цих цілей. Оскільки показники технологічності та індустріальності будівництва характеризують тільки окремі підсистеми, а взаємозв'язки всіх підсистем визначають загальну ефективність об'єкта, складно розробити комплексний критерій для оцінки оптимальності. Модель «Багатокритеріальне коригування параметрів технологій будівництва» дозволяє в заданих умовах будівництва підібрати параметри будівельної технології надземної частини будівлі (вентиляційні блоки, сходи, горизонтальні та вертикальні конструкції тощо), тобто тих складових будівлі, які повинні зберігати надійність протягом всього періоду експлуатації будівлі. Важливою складовою моделі є забезпечення мінімізації у подальшому затрат на ремонт та реконструкцію будівлі.

Позначимо через $U = \{U_1, U_2, \dots, U_h\}$ варіанти будівельних технологій, які можуть бути впроваджені. Через $U_{11}, U_{12}, \dots, U_{1p}, \dots, U_{hp}$ позначимо технічні та економічні параметри, які формують вхідну матрицю параметрів і задаються девелоперською організацією. Оптимальні значення цих параметрів можуть бути розраховані програмно, шляхом відшукування екстремума функцій, які відображають залежності цих параметрів, наприклад, $z = f(y)$. Екстремальне значення z буде визначати оптимальне значення параметрів $U_1^*, U_2^*, \dots, U_p^*$, де p – кількість параметрів, які відповідають кожному з варіантів будівельних технологій.

Наступним етапом в багаторівневій оптимізації буде нормалізація параметрів. Для цього застосовують формули:

$$\begin{aligned} & \text{– якщо } \bar{y}_k = \max\{y_{1k}, y_{2k}, \dots, y_{hk}\}, k = \overline{1, p}, \text{ то} \\ & d_{jk} = \frac{y_{jk}}{\bar{y}_k}; \\ & \text{– якщо } \bar{y}_k = \min\{y_{1k}, y_{2k}, \dots, y_{hk}\}, k = \overline{1, p}, \text{ то} \\ & d_{jk} = \frac{\bar{y}_k}{y_{jk}}. \end{aligned}$$

Елементи отриманої в результаті нормалізованої матриці будуть приймати значення $0 \leq d_{jk} \leq 1$, причому значенню $d_{jk} = 1$ відповідатиме оптимальному значенню параметра. Нехай e_1, e_2, \dots, e_p – вагові коефіцієнти для способів оцінювання ефективності життєвого циклу будівель, причому їх сума дорівнює одиниці, $e_1 + e_2 + \dots + e_p = 1$. Тоді критерій для оцінки альтернативних варіантів будівельних технологій буде розраховуватись за формулою:

$$\kappa_j = \sum_{k=1}^p e_k d_{jk} \rightarrow \text{extr}, j = \overline{1, h}. \quad (1)$$

Схема вибору альтернативного варіанта будівельної технології вказана на рис. 2. Згідно з нею, спочатку формується попередня матриця параметрів будівельних технологій (2) та вводяться інші необхідні параметри, далі відбувається нормалізація даних (3):

$$U_1 \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1p} \\ U_2 & y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ U_h & y_{h1} & y_{h2} & \dots & y_{hp} \end{bmatrix}. \quad (2)$$

$$U_1 \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \dots & d_{1p} \\ U_2 & d_{21} & d_{22} & \dots & d_{2p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ U_h & d_{h1} & d_{h2} & \dots & d_{hp} \end{bmatrix}. \quad (3)$$

Далі на основі нормалізованої матриці з урахуванням вагових коефіцієнтів, які визначають спосіб оцінювання ефективності, формується критерій (1). Залежно від цілей значення κ_j може спрямовуватися як до максимуму, так і до мінімуму. В результаті серед множини будівельних технологій $U = \{U_1, U_2, \dots, U_h\}$ буде обрана та, яка відповідає адитивному критерію (1). Після цього необхідно скоригувати поточні параметри відповідно до нових розрахункових значень.

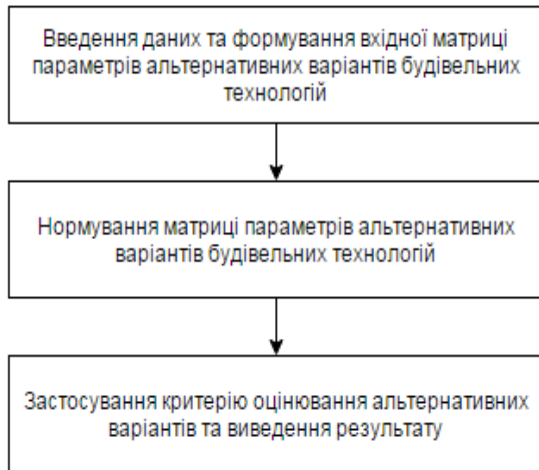


Рисунок 2 – Загальна схема вибору альтернативного варіанта будівельної технології

Окрім розглянутого критерію (1), можуть бути виділені критерії, які враховують і інші вагові коефіцієнти, що відповідають цілям забудовника, інвестора, генпідрядника та інших учасників будівництва.

Висновок

Враховуючи ступінь впливу кожного з учасників будівельного процесу, можна сформувати узагальнений склад параметрів для житлових

багатоповерхових будівель для подальшого оцінювання їх за сформованим критерієм оптимальності. Виявлено, що основний вплив на формування цих параметрів здійснює генпідрядник та генпроектувальник. Трохи менший вплив мають забудовник, власник та інвестор.

Основними параметрами для багатоповерхових житлових будівель є площа забудови, житлова та загальна площі, висота поверху, комфортність, екологічність, енергоємність будівельно-монтажних робіт та енергоємність експлуатації, матеріалоємність, трудоємність, витрати роботи працівників, вартість матеріалів та будівельно-монтажних робіт, тривалість будівельно-монтажних робіт. При використанні цих параметрів в моделі «Багатокритеріальне коригування параметрів технологій будівництва» необхідно враховувати, що для всіх учасників будівельного процесу приймається, що граничним оптимальним значенням для параметрів: житлова та загальна площі, висота поверху, комфортність та екологічність буде максимальне значення, тобто оптимальні значення $y_1^*, y_2^*, \dots, y_p^*$ будуть розраховуватися з умови максимізації параметрів. Оптимуми всіх інших з вищевказаних параметрів будуть розраховуватися з умови мінімізації.

Список літератури

1. Антипенко Є.Ю. Структура та розмір лагу інвестицій в проекти та програми будівельної галузі [Текст] / Є.Ю. Антипенко, В.І. Доненко, В.О. Поколенко, Ю.А. Чуприна, Д.О. Приходько // Управління розвитком складних систем. – 2010. – № 1. – С. 6 – 9.
2. Поколенко В.О. Модернізація ресурсно-календарних моделей для потреб системного поліпшення процесів організації будівництва [Текст] / В.О. Поколенко, Ю.А. Чуприна, Д.О. Приходько // Управління розвитком складних систем. – 2011. – № 5. – С. 30 – 34.
3. Сакур В.А. Теоретичні та методичні основи запровадження інноваційної графо-аналітичної моделі “Підготовка-стоп-ризик” як інструменту попередження ризиків підготовчої фази будівельного проекту [Текст] / В.А. Сакур // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. – 2009. – № 21. – С. 69 – 75.
4. Безух А.В. Формування інвестиційного портфелю шляхом ситуаційно-стохастичного моделювання життєвого циклу проектів [Текст] / А.В. Безух, М.М. Удовенко, В.О. Поколенко, А.В. Шапов // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. – 2003. – № 12. – С. 11 – 21.
5. Лагутін Г.В. Інноваційні концептуальні та формально-аналітичні інструменти обґрунтування, підготовки та впровадження будівельних інвестиційних проектів // С.А. Ушацький, В.О. Поколенко, О.А. Тугай, Г.В. Лагутін, Н.О. Борисова, О.С. Рубцова: Монографія / за наук. ред. В.О. Поколенка. – К.: Європейський університет, 2008. – 208 с.
6. Модецький В.Р. Оперативное управление инвестиционным проектом на основе интервальных показателей эффективности [Текст] / В.Р. Модецький, В.Ю. Божанова // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – 2001. – № 11.
7. Радкевич А.В. Обобщение теоретических положений и методов оценки моделей планирования развития и подготовки реализации проектов сложных восстановлений в заданный срок [Текст] / А.В. Радкевич, И.Д. Павлов, Ф.И. Павлов // Вісник ДНУЗТ ім. ак. В. Лазаряна. – 2004. – № 4. – С. 206-213.
8. Ермольев Ю.М. Математические методы исследования операций [Текст] / Ю.М. Ермольев, И.И. Ляшко, В.С. Михалевич, В.И. Тюптя. – К: Вища школа, 1979. – 312 с.

9. Кирнос В.М., Поповиченко И.В. Принципы разработки модели комплексной количественной оценки размера производственного риска строительного проекта на стадии принятия инвестиционного решения [Текст] / В.М. Кирнос, И.В. Поповиченко // Вісник ПДАБтаА. – 2001. – №12. – С. 28 – 33.

10. Власюк О.С. Возможности застосування аналітичного планування для обґрунтування та підготовки рішень на вищих рівнях управління [Текст] / О.С. Власюк. – К.: НІСД, 1995. – 71 с.

Стаття надійшла до редколегії 05.02.2016

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.А. Тугай, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Київ.

Скакун Евгений Вячеславович

Аспирант кафедры организации строительства

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

ПРЕОДОЛЕНИЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ В ДЕВЕЛОПЕРСКИХ МОДЕЛЯХ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Аннотация. В статье рассмотрена трехуровневая организационная технологическая модель подготовки строительства, которая совершенствует перечень работ, формируемых на начальном этапе проекта, с пожеланиями заказчика, начиная от документального подтверждения, и других, таких как инженерной, организационной и технологической подготовки. Сформирована графическая сетевая модель, которая учитывает связи всех участников строительного производства с их возможностями и границей ответственности. В работе рассматривается имитационная модель избежания риска, суть которой заключается в имитационном или вариантном моделировании вероятностей изменений параметров в работах, выявлении диапазона возможных значений параметров работ, которые сложно предсказать. В процессе исследования была разработана математическая модель "Многокритериальная корректировка параметров технологий строительства", которая будет рассчитывать альтернативный вариант выбора строительной технологии.

Ключевые слова: организация строительства; сетевая организационная модель; организационно-технологическая модель; моделирование строек; девелоперские организации; преодоление неопределенности

Skakun Eugene V.

PhD student, Department of construction management

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

OVERCOMING UNCERTAINTY IN THE MODELS OF DEVELOPMENT OF CONSTRUCTION ORGANIZATIONS

Abstract. The article describes the three-tier organizational process model preparation for construction that improves the list of works, which are formed at the initial stage of the project, with the wishes of the customer, they are: documentary evidence and others, such as engineering, organizational and technological preparation. It had been formed graphical network model that allows for the connection of all participants of the construction of production with regard to their potential and limits of liability. The paper deals with the simulation model to avoid risk, the essence of which is the variant simulation or modeling the probability of changes in the parameters of the work, the parameters of which are difficult to predict, to identify a range of possible values of the operating parameters. During the study it was developed a mathematical model "Multicriteria adjustment parameters of construction technology" which will calculate an alternative embodiment of the construction technology of choice.

Keywords: construction management; network organizational model; organizational and technological model; modeling of buildings; development organizations overcome uncertainty

References

1. Antypenko, Ye.Iu., Donenko, V.I., Pokolenko, V.O., Chupryna, Yu.A., & Prykhodko, D.O. (2010). The structure and the lag size of investment in projects and programmes in the construction industry. *Management of Development of Complex Systems*, 1, 6–9 [in Ukrainian]
2. Pokolenko, V.O., Chupryna, Yu.A., & Prykhodko, D.O. (2011). Modernization of the resource-calendar models for the needs of the system process improvement construction management *Management of Development of Complex Systems*, 5, 30–34 [in Ukrainian].

3. Sakun, V.A. (2009). *Theoretical and methodological foundations of innovative graphic-analytical model of "Training-freeze-risk" as a tool of risk prevention of the preparatory phase of a construction project. Ways of improvement of construction efficiency in the conditions of formation of market relations*, 21, 69–75 [in Ukrainian].
 4. Bezukh, A.V., Udovenko, M.M., Pokolenko, V.O. & Shpakov, A.V. (2003). *The formation of the investment portfolio by situational stochastic simulation of the life cycle of projects. Ways of improvement of construction efficiency in the conditions of formation of market relations*, 12, 11–21 [in Ukrainian].
 5. Ushatskyi, S.A., Pokolenko, V.O., Tuhai, O.A., Lahutin, H.V., Borysova, N.O., & Rubtsova, O.S. (2008). *Innovative conceptual and formal analytical tools obgruntuvannya, preparation and implementation of investment construction projects. Kyiv, Ukraine: European University*, 208. [in Ukrainian].
 6. Modetskyi, V.R. & Bozhanova, V.Iu. (2001). *Operational management of the investment project on the basis of interval indicators of effectiveness. Bulletin of Prydniprovsk state Academy of civil engineering and architecture*, 11 [in Russian].
 7. Radkevych, A.V., Pavlov, Y.D., & Pavlov, F.Y. (2004). *The generalization of theoretical positions and methods of valuation models development planning and training implementation of projects in a given period of time. Bulletin of DNURT them. AK. In Lazaryan*, 4, 206–213 [in Russian].
 8. Ermolev, Yu.M., Liashko, Y.Y., Mykhalevych, V.S., Tiuptia, V.Y. (1979). *Mathematical methods of operations research. Kyiv, Ukraine: Vyshcha shkola*, 312 [in Russian].
 9. Kyrnos, V.M., Popovychenko, Y.V. (2001). *Principles of development of model of integrated quantitative assessment of the amount of production risk of a construction project at the stage of investment decision. Kyiv, Ukraine: Visnyk PDABtaA*, 12, 28–33 [in Russian].
 10. Vlasiuk, O.S. (1995). *The possibilities of application of analytical planning studies and the preparation of decisions at the highest levels of management. Kyiv, Ukraine: NISD*, 71. [in Ukrainian].
-

Посилання на публікацію

- APA Skakun, Eugene V. (2016). *Overcoming uncertainty in the models of development of construction organizations. Management of Development of Complex Systems*, 25, 192 – 197.
- ГОСТ Скакун Є.В. Подолання невизначеності в девелоперських моделях організації будівництва [Текст] / Є.В. Скакун // *Управління розвитком складних систем*. – 2016. – № 25. – С. 192 – 197.