

УДК 339.03:658.015

В.О. Поколенко, Ю.А. Чуприна, Д.О. Приходько

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

МОДЕРНІЗАЦІЯ РЕСУРСНО-КАЛЕНДАРНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПОТРЕБ СИСТЕМНОГО ПОЛІПШЕННЯ ПРОЦЕСІВ ОРГАНІЗАЦІЇ БУДІВНИЦТВА

Викладено концептуально-методичні основи, формалізацію задачі, основні процедури побудови та розрахунку моделей організації будівництва, які створені за схемою сітьових моделей та залучають ряд семантичних параметрів для опису зовнішніх та внутрішніх умов впровадження будівельного проекту. Наведено фрагменти створених на базі моделей програмних продуктів та їх застосування в практиці будівництва.

Ключові слова: сітьові моделі, організація будівництва, семантичні параметри, будівельний проект

Актуальність теми

Серед найважливіших практичних передумов даного дослідження (рис.1) слід назвати такі :

- інтенсифікація зростання обсягів будівництва, насамперед, комерційного житлового (в т.ч. за рахунок іпотечних та інших новітніх пільгових форм та механізмів, інтеграції будівельного комплексу з фінансовими та інвестиційними суб'єктами діяльності) потребує забезпечення поліпшення збалансованості учасників інвестиційного процесу;
- потреба раціонального узгодження інвестиційного задуму, проектних рішень, рівня їх впровадження у реальному об'єкті будівництва (організаційно-технологічних, вартісних та інших проектних параметрів) та необхідність постійної протидії ризикам зовнішнього та внутрішнього середовища проекту;
- необхідність переходу на нові організаційні форми управління інвестиційним процесом, вдосконалення структурних елементів та підсистем в організаційних структурах інвестора та інших провідних учасників інвестиційного процесу відповідно до специфіки операційної системи будівельного виробництва;
- технологічне вдосконалення галузі підрядного будівництва, зростання ресурсовіддачі використовуваних машин та механізмів;
- якісне поліпшення організації будівництва. Підґрунтя такого поліпшення формується на передінвестиційній фазі будівельного проекту.

Інструментом такого поліпшення є сформовані на достовірній науковій основі моделі підготовки та організації будівництва. Суперечливі вимоги щодо якості будівельної продукції, ритмічності виконання будівельно-монтажних

робіт (БМР), додержання кошторисної вартості та інші, які висувуються інвестором та іншими провідними учасниками інвестиційного процесу, важко забезпечити традиційними інструментами моделювання будівництва. Потреба оновлення традиційних ресурсно-календарних організаційно-технологічних моделей будівництва шляхом формування нового переліку, змісту та порядку розрахунку їх параметрів визначає науково-теоретичну та практичну актуальність даної роботи.

Аналіз досліджень з обраної теми

Аналіз джерел літератури з галузі вдосконалення змісту, структури та шляхів застосування сітьових моделей як для потреб будівництва та інших галузей, зокрема праць, виявив, що пошук шляхів оновлення слід здійснювати спільно за кількома наступними напрямками :

- аналіз праць І.Д. Павлова, В.О. Поколенка, В.І. Торкатюка, Л.М. Шутенка спрямував на формування синтетичних конструкцій сітьових ресурсно-календарних моделей, в яких би було залучено переваги стохастичних моделей прийняття рішень ;
- аналіз праць О.А. Тугая, Саахи Басама, О.Ю. Черткова дозволив визначитись з перевагами та недоліками моделей типу «роботи-вершини» та з напрацюваннями щодо оновлення їх параметрично-розрахункового підґрунтя; роботи Ф.Д. Павлова та С.П. Стеценка дозволили визначитись з інноваціями щодо моделей «роботи-вершини»;
- аналіз праць Г.В. Лагутіна, А.В. Безуха спрямував на потребу прямого та опосередкованого врахування характеристик діяльності організацій-виконавців у складі параметрів моделей організації будівництва, а також на необхідність поетапної та

багатофакторної оцінки характеристик зовнішнього та внутрішнього середовища впровадження будівельного проекту.

Постановка проблеми та етапи дослідження

Пропонується інноваційний підхід до формування та вибору ресурсно-календарних моделей організації будівництва, яким передбачається реалізувати в кілька етапів за таким переліком:

1) формування вихідних даних щодо функціонально - технічних та вартісних характеристик будівельного проекту, організаційно-технологічних та інших умов підготовки будівництва та спорудження об'єктів відповідно до вимог моделі та запропонованої параметричної структури;

2) оцінка умов організації будівництва для даного будівельного об'єкту за запропованою шкалою семантичних описів, які відображають уявлення ОПР щодо безпечності/ризиковості організації БМР за даним проектом для його провідних учасників та можливість, внаслідок такої оцінки, дати попередній висновок про рівень додержання запланованих проектних параметрів;

3) багатофакторна порівняльна оцінка надійності організацій-виконавців БМР, фактори (аргументи) якої відображають різні аспекти попередньої діяльності організації на обраному сегменті ринку БМР та співвідносять їх з задовільними для інвестора значення факторів, які мають підтвердити його рішення про вибір даної організації як генпідрядника або субпідрядника ;

4) формування універсальних локальних моделей, спроможних до зміни параметрів відповідно до оцінок попередніх етапів щодо безпечності умов будівництва та надійності виконавців;

5) наступним етапом є «прив'язка» локальних моделей до базових організаційно-технологічних та вартісних параметрів будівельного проекту, за підсумками аналізу проектно-кошторисної документації та висновками попередніх етапів щодо можливих відхилень цих параметрів від базових (значень) залежно від умов впровадження проекту та готовності організацій-виконавців;

6) завершальним етапом є розробка варіантів моделей організації будівництва, їх оцінка та вибір із застосуванням нового переліку критеріальних показників.

Основний зміст

Провідною концептуальною основою формування моделей організації будівництва нового

змісту є потреба врахування провідної ролі замовника в інвестиційному процесі та потреба сумісного формування інвестором та виконавцями БМР вимог до функціонально-технічних якостей проміжної та готової будівельної продукції.

Модель пропонує інноваційний підхід до формування та вибору ресурсно-календарних моделей організації будівництва, який передбачає сумісне використання трьох складових моделі. Зазначені складові забезпечують синергію моделі організації будівництва та її наближення до реалій будівельного виробництва. Сукупна дія складових моделі має забезпечити врахування зміни запланованих організаційно-технологічних характеристик будівельних проектів в процесі виконання підготовчих, будівельно-монтажних та спеціалізованих робіт.

Перша складова моделі пропонує набір «елементарних базових ресурсно-календарних епюр БМР», призначених для багаторазового застосування за кожним з елементів-робіт **Js** сільової моделі «роботи-дуги». Така елементарна епюра будується на відносній часовій абсцисі з відносною вартісною ординатою (1).

$$Z(J_s, t_1, t_2) = Z_{p3}(J_s) * \check{T}p3(J_s) * \int_{t_1^*}^{t_2^*} \frac{\partial f(t^*)}{\partial t^*} dt^* \quad (1.1)$$

Kstd; t=0:-;1;

$$Z_{p3}(J_s) = Z(J_s) * f_z(U; AG(q;a));$$

$$\check{T}p3(J_s) = \check{T}(J_s) * f_T(U; AG(q;a)) \quad (1.2)$$

$$Kstd^* \int_0^1 \frac{\partial f(t^*)}{\partial t^*} dt^* = 1 \quad (1.3)$$

де **Z(J_s)** – плановий обсяг БМР за даною **J_s** роботою, тис.грн;

Z_{p3}(J_s) – розрахунковий обсяг з цієї ж роботи, встановлений як функція двох аргументів, тис.грн.;

Ť(J_s) – планова тривалість виконання БМР, робочі дні ;

Ť_{p3}(J_s) – розрахункова тривалість з цієї ж роботи, функція тих же аргументів, тис.грн;

t₁, t₂ – відносні поточні абсциси часу в межах елементарного діапазону [0;1], частка одиниць;

f(t*) – функція розподілу інтенсивності виконання БМР, од.⁻¹;

f_z(U; AG(q;a)) – номограма, що визначає приріст вартості залежно від оцінок зовнішнього та

внутрішнього середовища впровадження будівельного проекту, наданих складових 4.2. та 4.3.;

$f_f(\Psi; AG(q;a))$ - аналогічна номограма для приросту тривалості;

$Kstd$ – коефіцієнт стандартизації, що при інтегруванні забезпечує додержання умови (1.3), залежить від абрису епюри.

Ψ – індекс виробничо-технологічної ідентичності будівельного проекту, результуючий показник складової даної моделі. Стандартний абрис епюри темпів виконання БМР видозмінюється залежно від оцінок зовнішнього Ψ та внутрішнього середовища AG впровадження будівельних проектів.

Друга складова призначена для оцінки міри унікальності функціонально-технічних характеристик будівельного проекту, виробничо-технологічних та інших обставин (умов) виконання БМР з використанням семантичних (лінгвістичних) описів. Параметрична база цієї складової, окрім останніх, використовує експертно-евристичні моделі та методи прямої кількісної оцінки.

Ця складова моделі розроблена з метою забезпечити провідним учасникам інвестиційного процесу – особам, що приймають рішення (ОПР), швидку, лаконічну та, водночас, достовірну, оцінку безпечності впливу зовнішніх та внутрішніх умов обставин впровадження будівельного проекту на хід виконання БМР. Впевнившись за результатами аналізу джерел у можливості залучення нечітких описів факторів та нечіткої логіки, для оцінки факторів нижнього рівня застосовано шкалу семантичних описів. Кожен із семантичних описів відображає уявлення ОПР про наслідки впливу того чи іншого фактору певної групи на підсумкові результати проекту (табл.1). Для

семантичних описів створено дискретну семантичну шкалу станів: від «цілком безпечно» до «можна очікувати настання форс-мажорних обставин аж до тривалого призупинення проекту». Кожному елементу семантичної шкали – семантичному стану – ставиться у відповідність елемент дискретної бальної шкали – діапазон від 1 до 9 балів.

Після оцінок впливу фактору на результати впровадження будівельного проекту від семантичної оцінки за кожним фактом переходять до бальної. Результуючий показник другої складової моделі – індекс виробничо-технологічної ідентичності будівельного проекту Ψ одержується таким чином (2.1)-(2.3) :

$$U_{sg}(exp) = \sum_{d=1..5} U_{sg}(d) * \check{r}(d) / \sum_{d=1..5} \check{r}(d) \quad (2.1)$$

$$U_s = \sum_{g=1..5} U_{sg} * \phi_g ; \check{u}_s \rightarrow \check{u}_1 - \check{u}_5 ; \quad (2.2)$$

$$\Psi = U_1 * \eta_1 + U_2 * \eta_2 + \dots + U_5 * \eta_5 = \sum_{s=1..5} U_s * \eta_s \quad (2.3)$$

де $U_{sg}(d)$ – семантична оцінка з g -м фактором s – ої групи, надана експертом (ОПР) з порядковим номером d ;

s – порядковий номер групи в ієрархії 2-ї складової;

g – порядковий номер фактору в межах групи;

$\check{r}(d)$ – пріоритет експертної думки – раціональне число, яке визначає більшу чи меншу вагу думки експерта порядковим номером в даному складі експертного журі. В даній роботі пріоритет запропоновано визначати в діапазоні [1;2,5]

Таблиця 1

Семантична та дискретна шкала оцінки впливів факторів зовнішнього та внутрішнього середовища будівельного проекту

Номер стану	Оцінка впливу факторів за семантичною шкалою	Оцінка впливу факторів за бальною шкалою
1	«Абсолютно безпечний вплив фактору» – проміжним та підсумковим результатам проекту вплив цього фактору не загрожує	1
2	«Безпечний вплив фактору» – низька ймовірність впливу даного фактору на зміну організаційно-технологічних та вартісних параметрів проекту та якості виконання БМР	3
3	«Хитка безпека» – значна ймовірність впливу на проміжні результати проекту та незначна щодо підсумкових результатів	5
4	«Загрозливий стан» – загроза настання кризових явищ, що суттєво вплинуть на підсумкові результати будівельного проекту	7
5	«Дуже небезпечний стан» – можна очікувати настання форс-мажорних обставин аж до тривалого призупинення проекту	9

$\Psi_{sg}(exp)$ – інтегрована в межах даного складу експертного журі (складу ОПР) семантична оцінка з g -ого фактору s – ої групи.

ψ_s – кількість факторів в s – їй групі;

ϕ_g – ваговий коефіцієнт, який визначає внесок оцінки з g -м фактором Ψ_{sg} у груповій оцінці Ψ_s .

Якщо оцінки з кожного з факторів мають дискретні значення з табл.1, то групові оцінки, з урахуванням вагових коефіцієнтів, і, нарешті, підсумкова оцінка, являтимуть собою раціональні числа в діапазоні [1;9].

Одержавши оцінку Ψ , переходять до розрахункових процедур **третьої складової** «Аналітичний індекс складу та надійності виконавців». Вона призначена достовірно та комплексно оцінити готовність підрядних та субпідрядних організацій до виконання загально-будівельних та спеціальних комплексів БМР. Подібно до процедур попередньої складової, було запропоновано новий, адаптований для потреб даного дослідження, перелік факторів такої оцінки. Потім необхідно забезпечити раціональну ієрархію цих факторів, розробити систему їх оцінювання та входження до ієрархії (підпорядкування). Підсумком цієї складової є одержання показника, що оцінює готовність організацій-виконавців (генпідрядника та субпідрядників) забезпечити технологічність, ритмічність та якість виконання БМР відповідно до параметрів. Такий показник **AG** – аналітичний індекс складу та надійності виконавців – пропонується як синтетичний показник, що відображає стан організацій за різними проявами виробничо-господарської діяльності. Кожен з цих проявів оцінюється індексом віддаленості/наближення до зразкового (еталонного) значення :

$$AG = \sum_{q=1..N} AG(q) * \delta_q ; \delta_q = Z_q / Z_{БМР} \quad (3.1)$$

$$AG(q) = \sum_{a=1..N} AG(q;a) * \xi_a ; \\ AG(q;a) \leq 1 ; a = 1 \dots \ddot{A} \quad (3.2)$$

$$\exists \uparrow^+ \Rightarrow AG(q;a) = ЛНЗС(q;a) / ЗРq \quad (3.3, а),$$

$$\exists \downarrow^+ \Rightarrow AG(q;a) = ЗРq / ЛНЗС(q;a) \quad (3.3, б)$$

де \ddot{A} – кількість будівельних та спеціалізованих організацій у загальному переліку виконавців будівельного проекту ;

q – порядковий номер організації з переліку \ddot{A} ;

Z_q – обсяг БМР, передбачений для виконання q -ою організацією, тис.грн.;

$Z_{БМР}$ – загальний обсяг БМР з проектом, тис.грн.;

δ_q – частка організації в загальному обсязі БМР, частка одиниці;

ЛНЗС(q;a) – локальний показник наближення до зразкового стану;

ЗРq – зразковий (еталонний) показник тієї ж природи та виміру, що його **ЛНЗС(q;a)**.

AG(q;a) – індекс наближення результатів діяльності досліджуваної організації до еталонного значення, раціональне число;

ξ_a – внесок оцінки організації **AG(q;a)** з окремого a -ого фактору в оцінку **AG(q)**;

AG – підсумковий показник третьої складової моделі, оцінює надійність всіх виконавців пропорційно частці виконуваних ними БМР в загальному обсязі.

Поданий в натуральному вимірі показник **ЛНЗС(q;a)** відображає стан q -ої організації з окремого a -ого аспекту господарської діяльності та позиції на ринку БМР (виробничо-технологічний потенціал, трудовий потенціал, імідж, фінансова надійність, швидкість обертання ресурсів –див. табл.2.).

Показник **ЛНЗС(q;a)** зпівставляється з показником **ЗРq**. Значення останнього вважається зразковим (еталонним) для галузі або ж є прийнятними (задовільними) для інвестора (або іншої ОПР) за даних умов впровадження будівельного проекту.

Показник **AG(q;a)** обирається в такий спосіб, щоб наближення до 1 вказувало на наближення будівельної чи спеціалізованої організації як виконавця даного проекту до зразкового стану в оцінці за даним фактором. Якщо поліпшення стану пов'язане із зростанням **ПРЗ(q;a)**, то для **AG(q;a)** використовують вираз (4.3, а), якщо ні – то (4.3, б).

Наступна складова моделі призначена узгодити, „прив'язати” локальні моделі інтенсивності виконання БМР, запропоновані першою складовою, організаційно-технологічних та вартісних параметрів будівельного проекту, за підсумками аналізу проектно-кошторисної документації та висновками попередніх етапів щодо можливих відхилень цих параметрів від базових (значень) залежно від умов впровадження проекту та готовності організацій-виконавців.

Завершальна, п'ята, складова моделі забезпечує розробку варіантів моделей організації будівництва, їх оцінку та вибір із застосуванням нового переліку та змісту показників. Формалізацію задачі на цьому етапі можна подати стисло у вигляді системи (4.1) - (4.3) :

$$AL = AL(1) \& AL(2) \& \dots \& AL(p) \dots \& AL(K_1); \quad (4.1)$$

$$AL(h) = ||Tech_p|| * |J_1, J_2, \dots, J_s, \dots, J_{k2}| ; \quad (4.2)$$

$$AL(h) \in |O_1, O_1, \dots, O_{k3}|, \quad (4.3)$$

де AL – остаточно обраний за кількома критеріями варіант моделі організації будівництва;

$AL(h)$ – один з варіантів сукупної моделі організації будівництва;

K_1 – кількість варіантів сукупної моделі організації будівництва;

$\{J_1, J_2, \dots, J_s, \dots, J_{k2}\}$ – вектор комплексів робіт – локальних елементів моделі «роботи-дуги»;

J_s – локальний елемент моделі «роботи-дуги»;

K_2 – кількість локальних елементів;

$\|Tech_p\|$ – масив, що упорядковує локальні елементи у p -тий варіант сукупної моделі організації будівництва;

$\{O_1, O_2, \dots, O_{k3}\}$ – вектор обмежень, яким має відповідати кожен з варіантів сукупної моделі організації будівництва;

K_3 – кількість обмежень (рівнянь та нерівностей) в їх загальному масиві.

На завершальному етапі вибирається така альтернатива організації будівництва всього об'єкту, яка забезпечує в цілому найменший рівень відхилень від планових (очікуваних) значень проектних параметрів та дозволить очікувати найвищий за даних умов впровадження проекту рівень рівномірності виконання БМР.

На базі моделі було розроблено відповідний комплекс прикладних програм „Семантично-сітьове моделювання та вибір альтернативи організації будівництва”.

Висновки

Запропоновано новий поетапний підхід у формуванні та виборі альтернатив ресурсно-календарних моделей будівництва, який, завдяки оновленій розрахунковій базі, поліпшує можливості врахування впливу факторів зовнішнього та внутрішнього оточення будівельного проекту і, як наслідок, сприяє зростанню достовірності під час прийняття організаційно-технологічних рішень будівельного виробництва.

Список літератури

1. Млодецкий В.Р. Показатели управленческой реализуемости строительного проекта // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури.- Дніпропетровськ : ПДАБтаА, 2005.-№1-2-С.69-78.

2. Павлов И.Д. Организационно-технологические аспекты формирования инвестиционных программ в транспорте строительстве. // Строительство: Сб. научн. тр. ДИИТ.- Вып. 10. – Д.: 2002-С.92-102.

3. Поколенко В.О., Ачкасов І А., Пан М.П. Системотехнічні підходи до формування інвестиційних програм.//Зб. наук. праць “Коммунальное хозяйство городов”. -Вып.47.- С.102-119.- Харьков,2003.

4. Саммаха Бассам. Моделирование организации строительства с помощью теории нечетких данных (в условиях смешанной экономики Ливана).// Фаховий збірник наукових праць “Містобудування і територіальне планування”. - Вып.20.-К.: КНУБА,2005.- С.299 - 304.

Стаття надійшла до редколегії 2.12.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф. І.І. Назаренко, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ