

УДК 339.03:60.003.658.012

**Г.В. Лагутін**

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри менеджменту в будівництві

**В.О. Поколенко**

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри менеджменту в будівництві

**Ю.А. Чуприна**

Кандидат технічних наук, доцент кафедри товарознавства та комерційної діяльності в будівництві

*Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ*

## **ВПРОВАДЖЕННЯ ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ „АДАПТАЦІЯ ОРГАНІЗАЦІЇ БУДІВНИЦТВА ДО ЄВРОСТАНДАРТІВ” У ПРАКТИКУ БУДІВНИЦТВА**

*Запропоновано сучасний комплекс прикладних програм для відображення процесів організації підрядного будівництва, які реалізуються за схемою девелоперського управління. В ньому реалізовано принципово новий тип сітьової моделі, яка сполучає ознаки моделей «роботи-дуги» та «роботи-вершини», із семантично означеною мірою впевненості девелопера щодо додержання планових характеристик проекту та директивних вимог замовника при виконанні БМР. Достовірність вибору альтернатив забезпечується формуванням довірчо-ресурсного профілю будівельного проекту та підсумковим рейтингом, який визначає порівняльні переваги кожної з альтернатив щодо іншої.*

**Ключові слова:** *організація будівництва, замовник, девелопер, «роботи-вершини», «роботи-дуги», семантичні оцінки, міра довіри, багатокритеріальна оптимізація*

*Предложен современный комплекс прикладных программ для отображения процессов организации подрядного строительства, реализуемых по схеме девелоперского управления. В нем реализован принципиально новый тип сетевой модели, которая соединяет признаки моделей «работы-дуги» и «работы-вершины», с семантически отмеченной степенью уверенности девелопера соблюдения плановых характеристик проекта и директивных требований заказчика при выполнении СМР. Достоверность выбора альтернатив обеспечивается формированием доверительно ресурсного профиля строительного проекта и итоговым рейтингом, который определяет сравнительные преимущества каждой из альтернатив по другой.*

**Ключевые слова:** *организация строительства, заказчик, девелопер, «работы-вершины», «работы-дуги», семантические оценки, степень доверия, многокритериальная оптимизация*

*To display the processes of the organization contract construction, real estate development scheme implemented by management, proposed a modern complex applications. It implemented a new type of network model, which connects the symptoms of models of "work - arc" and "work - tops", semantically marked with a degree of certainty developer's compliance with the characteristics of the planned project and policy requirements of the customer when performing construction activities. The accuracy of the choice of alternatives is provided by the formation of confidential resource profile of the construction of the project and the final rating, which determines the comparative advantages of each of the alternatives on the other.*

**Keywords:** *construction organization, the customer, developer, "work-tops", "work-arc" semantic evaluation, the degree of trust, multi-objective optimization*

### **Актуальність теми та постановка проблеми**

Дослідження, що описані в статті, є реакцією на потребу адаптації моделей будівництва до його реалізації на засадах девелопменту від ініціації

проекту до завершення дії девелоперського контракту з чітко визначеною мірою ризику прийняття рішень для особи, яка приймає рішення (ОПР).

**Мета статті**

Реалізація зазначених вимог підрядного будівництва, через створення моделей нового змісту на засадах девелопменту, визначає науково-практичну актуальність досліджень, що описуються в даній статті.

Вперше для відображення процесів організації підрядного будівництва, які реалізуються за схемою девелоперського управління, запропоновано принципово новий тип сіткової моделі, що сполучає ознаки моделей «роботи-дуги» та «роботи-вершини» із семантично означеною мірою впевненості девелопера щодо додержання планових характеристик проекту та директивних вимог замовника у процесі виконання БМР.

**Виклад основного матеріалу**

На базі теоретичних моделей, зміст яких викладено в ряді попередніх робіт авторів статті, розроблено методику підготовки організації будівництва під керівництвом будівельно-інжинірингових фірм. Зазначена методика призначена для адаптації процесів організації будівництва до євровимог. Організаційно-технологічні моделі, які сполучаються в даній методиці, визначають основні етапи та відповідні розрахунково-аналітичні процедури (таблиця). Методика реалізована у вигляді комплексу прикладних програм.

Таблиця

**Алгоритмічна структура прикладного програмного комплексу  
«Інновації у підготовці та організації будівництва»**

Номер блоків	Призначення програмного блоку	Номер операцій	Відповідні розрахунково-аналітичні операції, що складають програмний блок
1	2	3	4
1. «Замовник»	Підсумки організації будівництва інвестором (замовником) у попередньому періоді	1.1.	Аналіз підсумків організації будівництва по проектах, що впроваджені та продовжують впроваджуватись інвестором на момент, що передує рішенню про участь в управлінні проектом девелоперської або будівельно-інжинірингової фірми
		1.2.	Оцінка ступеня відповідності результатів діяльності інвестора у будівництві його інвестиційній стратегії, в т.ч. рівень своєчасного освоєння, рівень забезпечення організаційно-технологічних, вартісних, часових та ін. параметрів будівельних проектів
2. «Джерела»	Оцінка пропозицій інвестора щодо джерел інвестування даного будівельного проекту	2.1.	Визначення приросту основних фондів організації-інвестора, врахування їх поповнення за рахунок введення в дію об'єктів незавершеного будівництва
		2.2.	Визначення стану та динаміки нематеріальних та обігових активів, що забезпечуватимуть приріст обсягів виробничо-комерційної діяльності, в т.ч. забезпечать можливість приросту обсягів інвестування за рахунок власних джерел
		2.3.	Визначення можливого обсягу власних джерел інвестора для підготовки та організації будівництва в межах даного проекту
		2.4.	Визначення раціональної структури джерел інвестування по даному будівельному проекту
3. «Якість рішень»	Оцінка якості рішень будівельного проекту та готовності команди проекту до його успішного впровадження	3.1.	Оцінка шкали оцінки якості проектних рішень, її корекція (за потребою ОПР)
		3.2.	Підготовка експертних модулів 3 блоку до одержання оцінок $D_{1(j)}$ - $D_{12(j)}$ за факторами 1 – 9 щодо якості проектних рішень
		3.3.	Підготовка статистичних ідентифікаторів для одержання оцінок $D_5(j)$ , $D_9(j)$ за факторами 5, 9 щодо якості проектних рішень
		3.4.	Підготовка структурних та ідентифікаторів для одержання оцінок будівельного проекту за факторами 3, 5, 8, 9

Продовження таблиці

1	2	3	4
		3.5.	Підготовка модуля “Ранг-фактор-проект” до виконання процедури визначення питомого внеску локальних оцінок якості проектних рішень $D_k(j)$ в сукупну оцінку проектних рішень $D_{\Sigma}^{mp}(j)$
		3.6.	“Експерт-матриця” – процедура формування розрахункової експертної матриці
		3.7.	Підготовка модуля “Ранг-експерт” до виконання процедури визначення порівняльної значущості щодо інших експертів (ранг) рішення експерта $k$ -го фактору
		3.8.	Модуль здійснює завершальну процедуру 3 блоку – розрахунок підсумкової оцінки $D_{\Sigma}^{mp}(j)$ щодо якості рішень будівельного проекту, який пропонується інвестором до впровадження будівельно-інжиніринговою фірмою
4. „Виконавці”	Порівняльні переваги потенційних виконавців будівельного проекту, оцінка їх готовності до забезпечення організаційно-технологічних, часових та вартісних параметрів у процесі виконання БМР	4.1.	Узгодження переліку та змісту показників, за якими оцінюватиметься готовність виконавців до впровадження будівельного проекту згідно зі встановленими (запланованими) параметрами та граничними обмеженнями щодо цих показників
		4.2.	Перевірка готовності модуля “Виконавці” до формування переліку організацій-виконавців даного будівельного проекту (в кількох варіантах – первинному, альтернативних та остаточно узгодженому замовником)
		4.3.	Перевірка готовності модуля “Конкурентоспроможність” до оцінки організацій-виконавців за факторами 1 – 3, 7. Прийняття чи корекція граничних значень оцінок за цими факторами
		4.4.	Перевірка готовності модуля “Ресурсообіг” до оцінки організацій виконавців за факторами 4, 8, 9. Прийняття чи корекція граничних значень оцінок за цими факторами
		4.5.	Перевірка готовності модуля “Персонал” до оцінки організацій виконавців за факторами 5, 6. Прийняття чи корекція граничних значень оцінок за цими факторами
		4.6.	“Фактор-виконавець” цей модуль формує матрицю первинних оцінок досліджуваних організацій-виконавців за факторами 1 – 9
		4.7.	“Межа” – зазначений модуль ідентифікує оцінки виконавців по п.4.7 з граничними обмеженнями, встановленими в п. 4.1. Організації, оцінки яких за окремими факторами, не задовольнили граничним обмеженням, вилучаються з первинного переліку, їх замінюють організаціями-аналогами з додаткового (резервного) переліку, пропонованого замовником або будівельно-інжиніринговою фірмою
		4.8.	Одержання оцінки надійності $r$ -ї організації $D_{\Sigma}^{opr}(r)$ як виконавця будівельного проекту
		4.9.	Зважування внеску $r$ -ї організації $\Theta(r)$ в підсумкову оцінку $D_{\Sigma}^{opr}$ надійності виконавців через частку вартості БМР, що вона має виконати, у загальній кошторисній вартості будівельного проекту
		4.10.	Одержання підсумкової оцінки $D_{\Sigma}^{opr}$ готовності всіх організацій з переліку виконавців до впровадження будівельного проекту

1	2	3	4
5. “Підготовка БМР”	Раціоналізація параметрів організації будівельного майданчика та тимчасового будівельного господарства	5.1.	Формування альтернатив організації будівельного майданчика та тимчасового будівельного господарства
		5.2.	Визначення організаційно-технологічних показників організації тимчасового будівельного господарства (диференційовано за інвентарними неінвентарними тимчасовими будівлями, тимчасовими та постійними мережами, ін.)
		5.3.	Те саме, вартісних показників (в т.ч. щодо одномоментних та поточних експлуатаційних витрат)
		5.4.	Вибір альтернативи щодо оптимального складу і структури тимчасових будівель і споруд здійснюють шляхом мінімізації цільової функції $ZV^{T6}$
6. “Індекс стандарту якості”	Розрахунок провідного показника методики “Індексу стандарту якості” $I_{SQ}(j)$ будівельного проекту	6.1.	Узгодження з ОПР питомих внесків показників $\sigma^{np}$ та $\sigma^{opt}$ відповідно оцінок $D_{\Sigma}^{np}$ та $D_{\Sigma}^{opt}$
		6.2.	Розрахунок індексу стандарту якості $I_{SQ}(j)$ проекту
		6.3.	Зміна організаційно-технологічних та вартісних параметрів даного будівельного проекту, одним з аргументів яких є $I_{SQ}$ . Автоматичне внесення необхідних коректив в розрахункові модулі наступних програмних блоків. Ідентифікатори функціонального зв'язку з кошторисною вартістю БМР та тривалістю їх виконання подані на рис. 2 у вигляді фрагментів модулів комплексу прикладних програм.)
7. “Елементи”	Складання логістичних карт по окремих роботах, визначення параметрів локальних елементів сітьової організаційно-логістичної моделі “Проектую і будую”	7.1.	Остаточне узгодження ОПР переліку та змісту параметрів $SJ$ -елемента сітьової організаційно-логістичної моделі “Проектую і будую”
		7.2.	Складання логістичних карт по окремих елементах моделі “Проектую і будую”
		7.2.a.	Визначення вартісно-технологічних характеристик операцій, які складають $SJ$ -ту роботу
		7.2.b.	Те саме щодо потреби в експлуатації машин та механізмів
		7.2.c.	Те саме щодо обсягу, руху та структури ТМЦ по даній роботі
		7.2.d.	Підготовка ідентифікаторів, що забезпечують відповідність між рухом обсягом та структурою ТМЦ та переліком операцій по даній роботі
		7.3.	Визначення базових параметрів локальних елементів згідно із встановленими вимогами
		7.4.	Визначення динаміки організаційно-технологічних та вартісних параметрів локальних елементів
		7.5.	Завершення розрахунку матриці параметрів локальних елементів
7.6.	Складання локальних епюр освоєння інвестицій по окремих роботах будівельного проекту з врахуванням індексу стандарту якості		
8. “Вибір ОЛМ”	Формування альтернатив організації будівництва, їх оцінка та вибір на багатокритеріальній основі	8.1.	Формування альтернативних варіантів сукупних організаційно-логістичних моделей (ОЛМ) “Проектую і будую” для всього будівельного проекту
		8.2.	Підготовка модулів оцінки альтернатив ОЛМ за критерієм максимуму індексу стандарту якості всього будівельного проекту
		8.3.	Здійснення оцінки альтернатив ОЛМ за критерієм максимуму індексу стандарту якості всього будівельного проекту

Закінчення таблиці

1	2	3	4
		8.4.	Вибір альтернативи ОЛМ за цим критерієм
		8.5.	Подальша оптимізація обраної ОЛМ по локальних елементах в межах обмежень робіт за двома узгодженими між собою критеріями: максимум поточної інтенсивності виконання БМР (тис. грн. /місяць), мінімум розрахункової кошторисної вартості проекту в межах обмежень щодо стандарту якості
9. “Документи ОВП”	Складання документів оперативно-виробничого планування	9.1.	Розробка на основі обраної альтернативи ОЛМ документів оперативно-виробничого планування (ОВП) на весь цикл проекту
		9.2.	Поквартальне оперативно-виробниче планування проекту, в т.ч.: а) графік потреби в основних машинах та механізмах; б) графік потреби в робітниках; с) план освоєння інвестицій; д) план виконання БМР
		9.3.	Місячне оперативно-виробниче планування проекту

Відповідно до переліку та змісту виконуваних задач, створений програмний комплекс таким чином структуровано на дев'ять блоків:

1. “Замовник” – здійснюваний в цьому блоці аналіз підсумків організації будівництва по проектах, що впроваджені та продовжують впроваджуватись інвестором на момент, що передуює рішенням про участь в управлінні проектом будівельно-інжинірингової фірми є підставою для будівельно-інжинірингової фірми перевірити надійність інвестора як провідного суб'єкта інвестиційного процесу в рамках даного будівельного проекту і як ділового партнера для неї.

2. “Джерела” – модулі цього блоку призначені здійснити будівельно-інжиніринговій фірмі достовірну оцінку пропозицій інвестора щодо джерел інвестування даного будівельного проекту та запропонувати, в разі необхідності, рішення щодо раціоналізації обсягу та структури цих джерел. У складі операцій цього блоку передбачено оцінку приросту іммобільних та мобільних активів інвестора, що забезпечуватимуть приріст обсягів його виробничо-комерційної діяльності і, в такий спосіб, стануть фактором приросту власних джерел інвестування.

3. “Якість рішень” – цей блок здійснює оцінювання якості рішень будівельного проекту та їх відповідності задуму та стратегії інвестора;

4. “Команда” – оцінюють готовність команди проекту до впровадження проекту із запланованими (очікуваними) параметрами.

5. “Виконавці” – призначений для вияву порівняльних переваг потенційних виконавців будівельного проекту. Початковою процедурою цього блоку є узгодження переліку та змісту показників, за якими оцінюватиметься готовність виконавців до впровадження будівельного проекту

згідно зі встановленими (запланованими) параметрами та границями обмежень щодо цих показників. Завершальною операцією цього блоку є одержання підсумкової оцінки  $D_{\Sigma}^{OPF}$  порівняльної конкурентоспроможності всіх організацій з переліку виконавців та їх готовності до впровадження будівельного проекту.

6. “Підготовка БМР” – формування та вибір альтернатив організації будівельного майданчика та тимчасового будівельного господарства за цільовою функцією  $ZV^{T6}$ .

7. “Індекс стандарту якості” – модулі цього блоку здійснюють розрахунок “функціонально-технічного стандарту” FTS проекту та визначають підстави для автоматичного коригування параметрів локальних елементів (робіт) сітьової моделі від базових до розрахункових значень.

8. “Елементи” – призначений для проектування та розрахунку локальних елементів сітьової моделі “Проекую і будує”. Передбачає операції від узгодження ОПР переліку та змісту локальних параметрів  $SJ$ - елементів сітьової моделі типу “роботи-вершини” – до складання епюр освоєння інвестицій по окремих роботах будівельного проекту (рис. 2) з врахуванням індексу стандарту якості.

9. “Вибір ОЛМ” – передбачає формування альтернативних варіантів сукупних організаційно-логістичних моделей (ОЛМ) “Проекую і будує” для всього будівельного проекту, їх поетапну оцінку за кількома критеріями:

- а) максимум стандарту якості всього проекту;
- б) максимум поточної інтенсивності виконання БМР;
- с) мінімум розрахункової кошторисної вартості проекту в межах обмежень щодо стандарту якості.

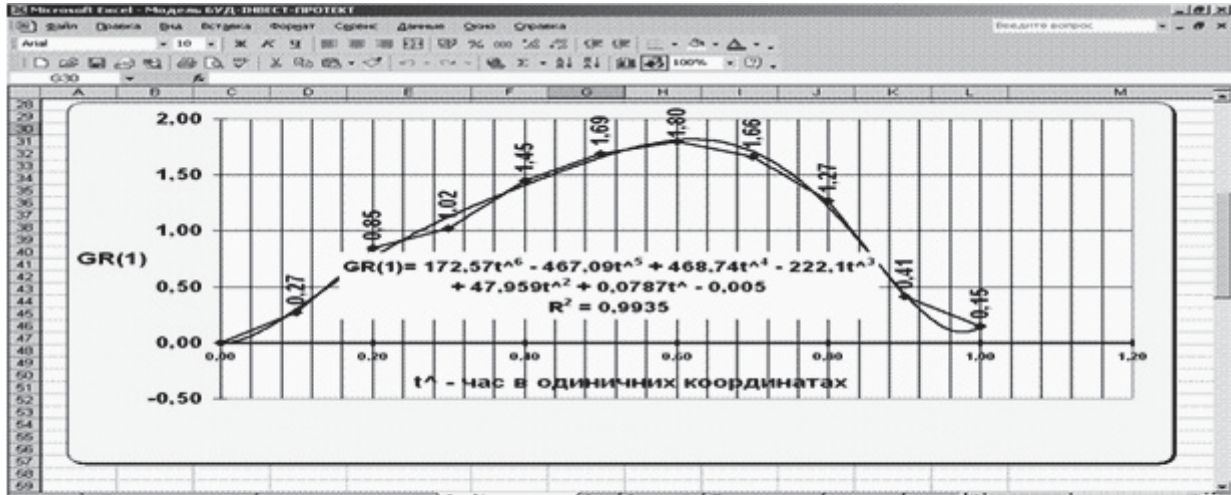


Рис. 1. Графік виконання БМР в одиничних координатах.  
Перший тип графіку з рівнянням щільності розподілу темпів виконання БМР

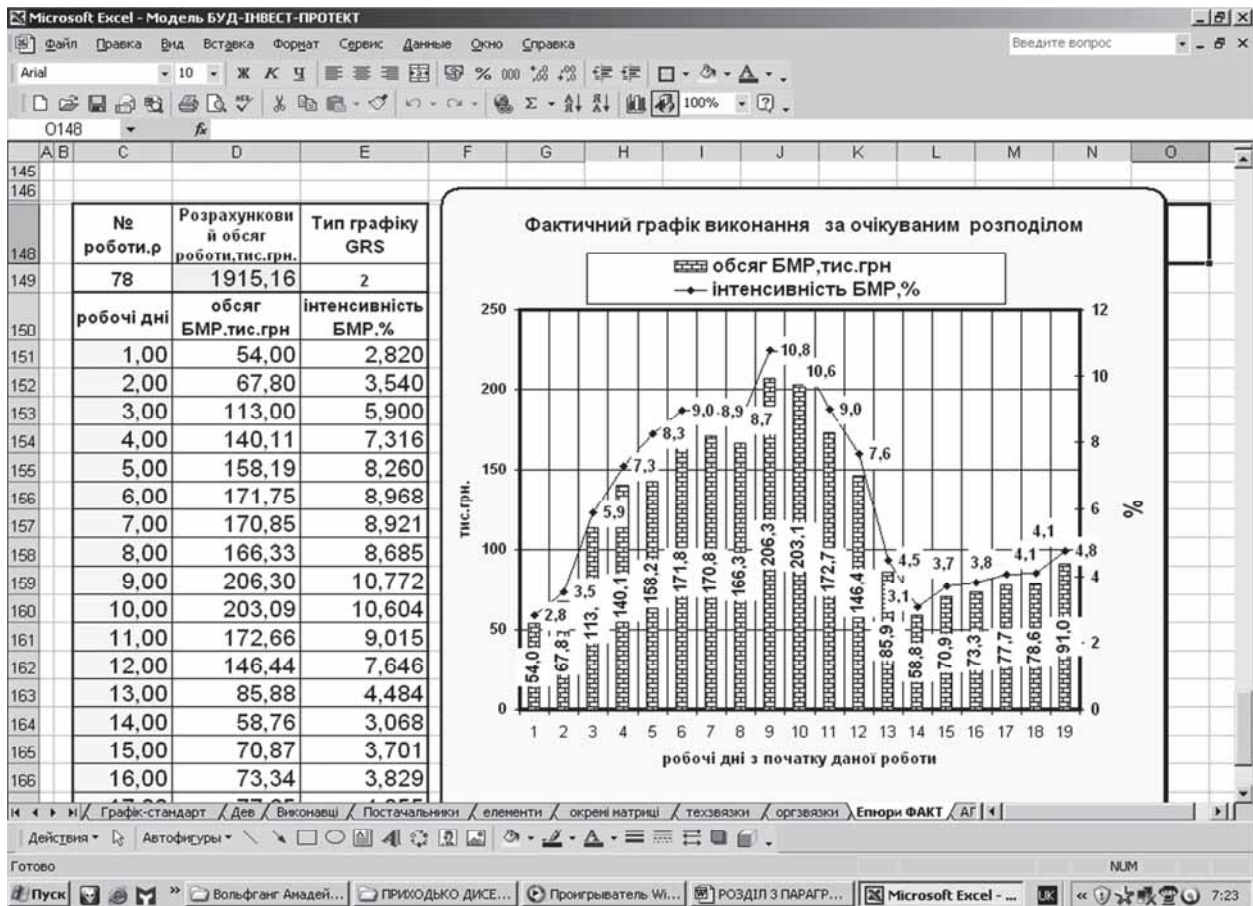


Рис. 2. Підсумковий графік виконання БМР по окремій роботі-вершині

Таким чином, на базі теоретичних наукових результатів створено цілісний науково-практичний комплекс прийняття рішень з підготовки та організації будівництва на інноваційній основі.

Завершальною розрахунковою процедурою по кожному варіанту девелоперської моделі організації будівництва (ДМОБ) є побудова довірчо-ресурсного профілю (рис. 3).

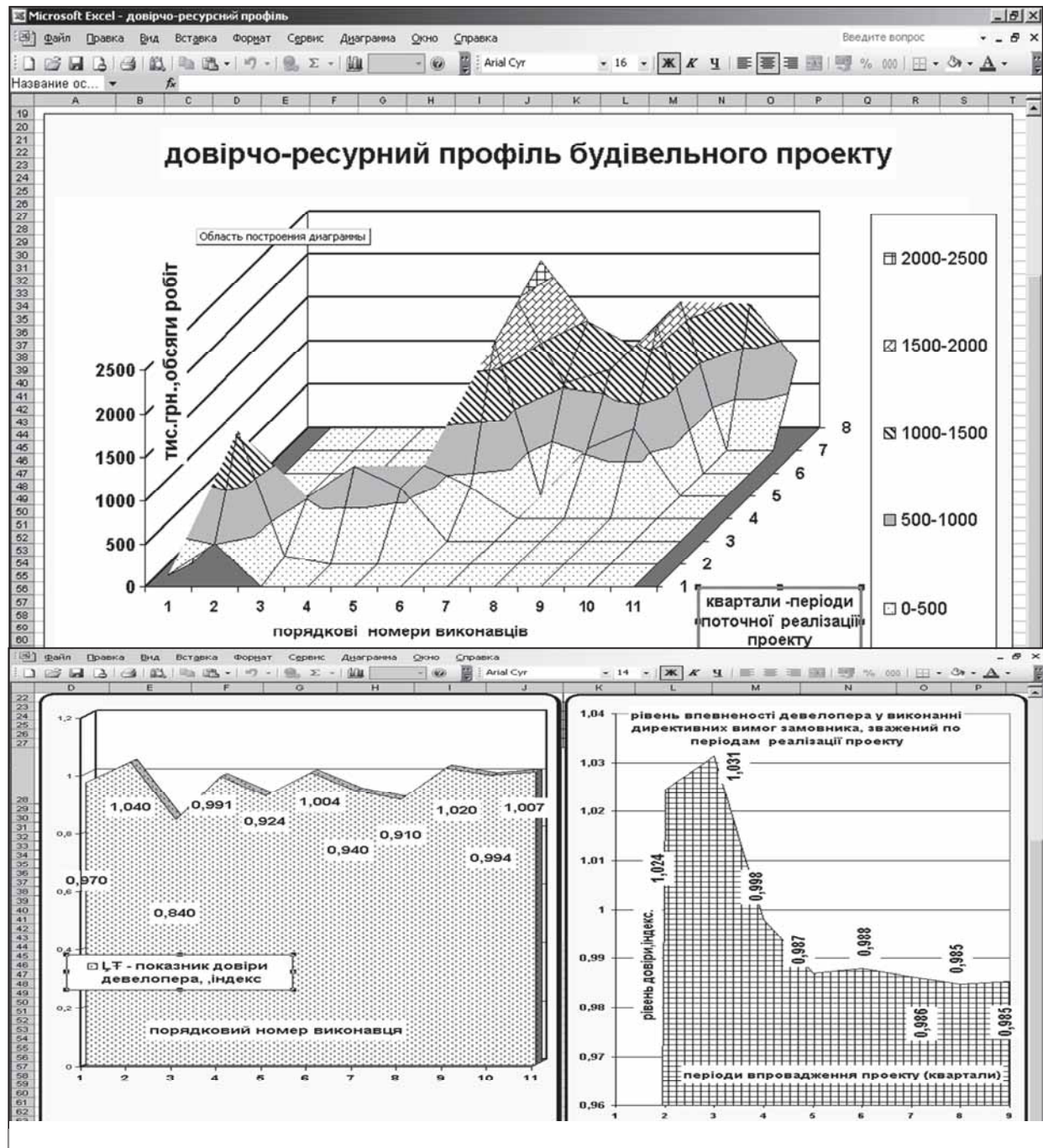


Рис. 3. Довірчо-ресурсний профіль по окремій альтернативі сукупної сітвової моделі організації будівництва

Він відображає переваги та недоліки кожного з  $\gamma$ -варіантів ДМОБ за інтегральним дескриптором  $\mathbf{D}^{int}$  вибору. Останній сполучає чотири локальні  $\mathbf{D}\hat{A}^{loc}(\gamma)$  дескриптори:

$$\mathbf{D}^{int}(\gamma) = \sum_{m=1}^4 \theta_m * \mathbf{D}\hat{A}_m^{loc}(\gamma) \quad (3)$$

де  $\gamma, \rho$  – порядкові номери варіантів (альтернатив) ДСМОБ;

$\mathbf{D}^{int}(\gamma)$  – критеріальний показник вибору варіанта ДСМОБ за її порівняльним рейтингом, індекс, одиниці;

$\theta_1, \dots, \theta_4$  – питомі внески рішень по окремому варіанту щодо локальних показників (дескрипторів вибору) в загальний рейтинг варіанта;  $\mathbf{I}F^{prj}(\gamma)$  – визначений для даного варіанта сукупний показник міри довіри  $\mathbf{I}F(v)$  девелопера до виконавців, середній щодо вартісної структури БМР в бюджеті проекту по організаціях-виконавцях;

$\mathbf{D}\hat{A}_1^{loc}(\gamma) \rightarrow \max$  – рейтинг варіанта  $\gamma$  у порівнянні з іншими ( $\rho$ ) за показником  $\mathbf{I}F^{prj}(\gamma)$ , індекс, одиниці;

$P^{prj}$  – загальна тривалість будівництва, роб. дні;

$KW_{\text{кор}}(\mathbf{q}\mathbf{m})$ ,  $KW_{\text{кор}}^{\text{прі}}$  – скориговані за розрахунками моделі «Будкорекція» кошторисні вартості: виконання окремої  $\mathbf{q}\mathbf{m}$ -роботи та всього проекту, тис.грн.;

$DA_{2}^{\text{loc}}(\gamma) \rightarrow \min$  – рейтинг варіанта  $\gamma$  за показником  $T^{\text{прі}}$ , індекс, одиниці;

$IW^{\text{прі}}(\gamma)$  – середньозважена щодо всіх робіт та організацій-виконавців інтенсивність будівництва, тис.грн./місяць;

$DA_{3}^{\text{loc}}(\gamma) \rightarrow \min$  – рейтинг варіанта  $\gamma$  за показником  $IW^{\text{прі}}(\gamma)$ , індекс, одиниці;

$Oz(\gamma)$  – середньозважена щодо всіх організацій виконавців та кошторисної вартості всього проекту швидкість ресурсообігу оборотних коштів організацій-виконавця, обортів;

$DA_{4}^{\text{loc}}(\gamma) \rightarrow \max$  – рейтинг варіанта  $\gamma$  за показником  $Oz(\gamma)$  індекс, одиниці.

По кожній прийнятій до розгляду альтернативі ДМОБ розраховується система проміжних критеріїв. По кожній альтернативі визначають порівняльні рейтинги  $DA^{\text{loc}}$  за окремим локальними критеріями. Остаточний, найбільш доцільний для замовника та девелопера, варіант ДМОБ (яка надалі буде впроваджена в ПОБ та ПВР) одержується за максимальним підсумковим рейтингом  $D^{\text{int}}$ , яку кожна з альтернатив одержує сумою добутоків локальних рейтингів  $DA^{\text{loc}}$  за критеріями 1-4, з їх питомими вагами в остаточній альтернативі. У такий спосіб алгебраїчним шляхом визначають номер варіанта, який найкращим чином відповідає узгодженим вимогам замовника та девелопера щодо ритмічності та якості виконання робіт, виробничої та фінансової дисципліни.

## Висновки

Створений цілісний науково-практичний комплекс прийняття рішень з підготовки та організації будівництва на інноваційній основі у вигляді програмного комплексу “Адаптація організації будівництва до євростандартів”. Створений програмний комплекс забезпечує:

- мінімізацію ризиків інвестора шляхом поетапного і багатофакторного відбору альтернатив проектних рішень, керуючої команди проекту та виконавців;

- максимізацію рівня якості виконання БМР, раціональне узгодження рішень підготовчої (передінвестиційної) та будівельної (інвестиційної) фаз проектного циклу;

- ефективний моніторинг руху та зміни активів проекту, спроможність здійснювати ефективне управління ресурсами інвестора та додержання технологічних, організаційних та часових параметрів будівельного проекту;

- корекцію локальних та підсумкових параметрів організаційно-логістичної моделі проекту залежно від “функціонально-технічного стандарту будівництва”;

- достовірний та обґрунтований вибір альтернатив організації будівництва на основі сільової моделі, оптимізованої за кількома критеріями.

Мінімізація ризиків підготовчої та будівельної фази проекту спорудження об’єктів в умовах девелоперського контракту потребує:

- належного охоплення всієї тривалості циклу будівельного проекту: від сумісного узгодження між девелопером та замовником бюджету, плану інвестування та графіка будівництва – до здавання об’єкта в експлуатацію;

- чіткого взаємозв’язку між узгодженими в сукупній моделі роботами та бюджетом проекту, графіком його інвестування (зв’язок забезпечується бюджетними параметрами робіт та їх прив’язкою до бюджету через «події»);

- забезпечення багатокритеріальності при виборі варіантів організації будівництва.

З додержанням цих вимог розроблена модель “Траст-буд-реалізація” – завершальна складова в розробленій системі моделей. Модель «Траст-буд-реалізація» забезпечує на альтернативній основі вибір прийнятного для замовника та девелопера варіанта ресурсно-календарної моделі будівництва та формування на її основі бюджету будівельного проекту. Достовірність вибору альтернатив забезпечується формуванням довірчо-ресурсного профілю будівельного проекту та значенням підсумкового рейтингу, який визначає порівняльні переваги кожної з альтернатив щодо іншої. Це системно знижує для девелопера, як керуючого проектом, рівень ризику щодо підготовки та будівництва об’єктів та, водночас, якісно поліпшує рівень маневрування ресурсами замовника.

## Список літератури

1. Тугай О.А., Лагутін Г.В. *Новітні суб’єкти організації будівельного виробництва: методологія, інформаційно-аналітична база, практика впровадження. Монографія.* – К.: Вид-во “Науковий світ”, 2006.

2. Ушацький С.А., Тугай О.А., Лагутін Г.В. та ін. *Інноваційні концептуальні та формально-аналітичні інструменти обґрунтування, підготовки та впровадження будівельних інвестиційних проектів: монографія.* – К.: Вид-во Європейського університету, 2008.

Стаття надійшла до редколегії 28.10.2013

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. О.А. Тугай, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ.