

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

УДК 658.5:[69-049.6:519.85/.87]

Н. О. ДАНКЕВИЧ

Кафедра «Промислове та цивільне будівництво», Інженерний інститут Запорізького національного університету,
пр. Соборний, 226, Запоріжжя, Україна, 69006, ORCID 0000-0002-7146-9303

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ РІШЕНЬ У СКЛАДІ ПРОЕКТУ ОРГАНІЗАЦІЇ БУДІВНИЦТВА

Мета. Дослідження умов господарювання суб'єктів договорів підряду на будівництво, виокремлення їх можливості самостійно регламентувати договірні відносини при виконанні робіт і надання послуг в інвестиційно-будівельній сфері. **Методика.** Перед підрядником стоїть завдання вибору договірних значень тривалості і вартості будівництва з такою нормою надмірності, яка з вірогідністю 10 % допускала можливі втрати будівельною організацією і планованому прибутку. **Результати.** При укладенні договорів їх учасники стикаються з різного роду ризиками. При укладенні договору підряду на будівництво об'єкту замовник і підрядчик переслідують принципово протилежні цілі – замовник прагне понизити ціну, а підрядчик – її збільшити. Керуючому органу необхідно передбачити такі договірні значення тривалості і вартості проекту, які з допустимим ступенем надмірності змогли б обмежити об'єктивно існуючу різноманітність неприйнятних результатів будівництва. Ці обставини зумовлюють необхідність розробки організаційної моделі, яка мінімізує вплив різноманітних факторів на вибір оптимального варіанту організаційних рішень. **Наукова новизна.** Розробка ефективної моделі на основі принципів системотехніки, яка дозволить створити оптимальні умови розв'язання складних питань ефективності організаційних рішень будівництва об'єктів. **Практична значимість.** Оптимальність організаційних рішень може бути досягнута лише при врахуванні чинників мікро- і макросередовища, що визначають різноманітність можливих результатів будівництва, які виникають у зв'язку зі змінами в організаційно-технологічному середовищі функціонування проектних і будівельних організацій та інших учасників інвестиційно-будівельної діяльності.

Ключові слова: ефективність; організаційно-технологічні рішення; підрядник; надійність; системотехніка

Вступ

В сучасних умовах господарювання суб'єкти договорів підряду на будівництво об'єктів отримали широкі можливості самостійно регламентувати договірні стосунки при виконанні робіт і надання послуг в інвестиційно-будівельній сфері. В той же час, при укладенні договорів учасники стикаються з ризиками. При укладенні договору підряду на будівництво об'єкту замовник і підрядчик переслідують принципово протилежні цілі – замовник прагне понизити ціну, а підрядчик – збільшити її. Тому керуючому органу, необхідно передбачити такі договірні значення тривалості і вартості будівельного проекту, які з допустимою мірою надмірності змогли б обмежити об'єктивно існуючу різноманітність неприйнятних результатів будівництва. Перш ніж укласти контракт, будівельна організація повинна вирішити, яку величину збитку і з якою вірогідністю вона погодиться понести в результаті заданої різноманітності стану системи, тобто визначити межу

© Н. О. Данкевич, 2019

допустимого ризику у виборі величини тривалості і вартості будівництва при висуненні умов на тендері підряду.

Мета

Метою роботи є проведення аналізу методів обґрунтування надійності прийняття організаційних рішень у виборі величини кошторисної вартості і тривалості будівництва при укладенні контракту. Для того, щоб оцінити конкретні договірні величини з позиції рівня допустимого ризику, необхідно побудувати імовірнісний розподіл результатів від реалізації підряду, а для цього необхідно знати щільність розподілу двовимірної випадкової величини, а також її функцію розподілу в умовах максимального використання обмежених трудових ресурсів.

Методика

Аналіз вітчизняних і зарубіжних досліджень в області системотехніки і вплив чинників невизначеності при плануванні виробничо-

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

економічної діяльності будівельної організації показує, що врахувати цей вплив, значить, будівельна організація матиме необхідну виробничо-економічну надійність, що дозволяє досягти поставлених цілей (Голенко, 1968; Бушуев, & Михайлов, 1980; Асаул, 2001; Павлов, & Радкевич, 2003; Гусаков, 2004; Радкевич, & Данкевич, 2011; Арутюнян, (Ред.), 2017). У світовій практиці управління проектами межа допустимого ризику визначається можливістю втрати усього прибутку з вірогідністю 10 %. Таким чином, перед підрядником стоїть завдання вибору договірних значень тривалості і вартості будівництва з такою нормою надмірності, яка з вірогідністю 10 % допускала можливі втрати будівельною організацією і планованому прибутку.

Вирішенню окремих питань цієї проблеми присвячені роботи Асаула А. Н., Афанасьєва В. А., Антипенка С. Ю., Гусакова А. А., Гумбы Х. М., Доненка В. І., Кірнос В. М., Опарина С. Г., Павлова І. Д., Радкевича А. В. Тяна Р. Б., Уварова Е. П., Шенона Д., Эшби Р. (Бушуев, & Михайлов, 1980; Павлов, 1993; Павлов, & Радкевич, 2003; Павлов, Брехаря, & Радкевич, 2005; Тян, Павлов, & Головкова, 2006). В той же час існує низка запитань, що вимагають подальшого теоретичного і практичного рішення. В зв'язку з цим потрібна розробка нових методів і вдосконалення вже існуючих.

Якщо інвестору потрібна тривалість будівництва, що змушує підрядника до максимально-можливої інтенсивності освоєння кошторисної вартості, природно при існуючому обмеженні на ресурси, то в цьому випадку кількість параметрів, по підвищенню надійності отримання прибутку, які має в розпорядженні орган управління, зменшується за рахунок інтенсивності споживання ресурсів, оскільки кількість використовуваних ресурсів на (i, j) -й роботі є строго певною (а саме: максимально-можливою) величиною. Тому керуючому органу, необхідно передбачити такі значення параметрів, що залишилися, в саме T_a, C_a , які з достатньою мірою надмірності змогли б обмежити різноманітність неприйнятних фактичних значень T_ϕ і C_ϕ досягши поставлених цілей.

Тому в результаті аналізу можливих умов реалізації проекту експертною системою будівельної організації отримані щільність розподілу $P(T), P(C)$ і статистичні функції розподілів $F(T), F(C)$ величини T і C .

Таким чином організаційна модель характеризується певною різноманітністю можливих станів її характеристик тривалості і вартості (Павлов, & Радкевич, 2003; Павлов, 2008; Радкевич, Арутюнян, & Данкевич, 2017).

При цьому тимчасова ентропія системи розраховується:

$$H_{tm} = \int_{T_{min}}^{T_{max}} p(T) \log_2 p(T) dT. \quad (1)$$

а вартісна ентропія:

$$H_{cm} = \int_{C_{min}}^{C_{max}} p(C) \log_2 p(C) dC. \quad (2)$$

Нехай також замовником на тендері висунені наступні умови реалізації проекту:

$$\begin{cases} C = C_3 \\ T = T_3 \\ Y = E(T - T_3) \end{cases}, \quad (3)$$

де Y – штрафи санкції за зрив термінів будівництва; E – пеня за день прострочення.

Умови формули (3) обмежуються різноманітністю неприйнятних значень T і C , тобто що задовольняють умовам:

$$T_3 T \leq T_{max}, \quad C_3 C \leq C_{max}. \quad (4)$$

Таким чином, при заданій різноманітності прийнятних значень вартості (C) і тривалості (T) ентропія системи розраховується за формулами:

$$H_t = \int_{T_{min}}^{T_{max}} p(T) \log_2 p(T) dT. \quad (5)$$

$$H_c = \int_{C_{min}}^{C_{max}} p(C) \log_2 p(C) dC. \quad (6)$$

Надмірність обмеження різноманітності визначається:

$$R = 1 - \frac{H}{H_m}. \quad (7)$$

Аналіз формул (5, 6), дозволяє зробити наступний висновок:

– якщо $T = T_{min}$ і $C = C_{min}$, $R_T = 0$, $R_C = 0$, тобто не спостерігається ніякого обмеження різноманітності;

– якщо $T = T_{max}$ і $C = C_{max}$, $R_T = R_C = 1$, тобто обмеження різноманітності максимально.

На підставі вищевикладеного перед підрядником виникають наступні завдання:

– аналіз умов формули (4) в сенсі отримання розрахункового прибутку;

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

– формування таких умов формули (3), які не лише забезпечували б отримання планованого прибутку, але також і відповідали б високій вірогідності отримання цього підяду на тендері, тобто розумній надмірності обмеження існуючої різноманітності формул (1) та (2). Очевидно, що перше завдання є окремим випадком другого, тобто якщо в результаті рішення другої задачі підрядником отримані значення $T=T_d$, $C=C_d$, то порівняння їх з умовами формули (3), можна зробити висновок про прийнятність заданих значень C_3 і T_3 .

Таким чином, саме цілі діяльності підрядної організації будуть основоположні при виборі договірних показників тривалості T_d і вартості C_d проекту.

Якщо в якості договірних прийняти умову формули (3), то кількісну оцінку величини результатів, що досягаються в цьому випадку, можна дати на основі наступного аналізу:

– подією А визначаємо перевищення фактичної вартості над договірною (заданою), $C_\phi > C_d$;

– подією Б визначаємо перевищення фактичної тривалості над договірною, $T_\phi > T_d$;

– подією В визначаємо перевищення договірної вартості над фактичною, $C_d > C_\phi$;

– подією Г визначаємо перевищення заданої тривалості будівництва над фактичною $T_3 > T_\phi$.

Математично ці умови виражаються наступним нерівностями

$$A: C_3 < C_\phi \leq C_{max} \quad B: T_3 < T_\phi \leq T_{max}$$

$$B: C_{min} \leq C_\phi \leq C_3 \quad G: T_{min} \leq T_\phi \leq T_3$$

Відносно події А, Б, В, Г, можуть бути дані наступні кількісні оцінки:

1) вірогідність появи подій:

$$P(A) = 1 - F, (C \leq C_3); \quad (8)$$

$$P(B) = 1 - F, (T \leq T_3); \quad (9)$$

$$P(B) = F, (C \leq C_3); \quad (10)$$

2) максимальне значення подій, що досягаються при появі, А, Б, В результатів (збитку додаткового прибутку) і їх вірогідності:

$$P_A^{max} = C^{max} - C_3, \quad P(P_A^{max}) = P(C^{max}), \quad (11)$$

де P_A^{max} – максимальне значення втрат, коли $C_\phi = C_{max}$;

$$P_E^{max} = E(T^{max} - T_3), \quad P(P_E^{max}) = P(C^{max}), \quad (12)$$

де P_E^{max} – максимальне значення втрат, коли $T_\phi = T_{max}$;

$$D_B^{max} = C_3 - C^{min}, \quad P(D_B^{max}) = P(C^{max}), \quad (13)$$

де D_B^{max} – максимальне значення додаткових доходів, коли $C_\phi = C^{min}$;

3) очікувані значення результатів, що досягаються, а також вірогідність того, що ці результати не будуть перевищені (для витрат або занижені доходів):

$$C_{ож} = \int_{C^{min}}^{C^{max}} C p(C) dC. \quad (14)$$

$$P_A^{ож} = C_{ож} - C_3, \quad F(P \leq P_A^{ож}) = F(C \leq C_{ож}), \quad (15)$$

$$D_B^{ож} = C_{ож} - C_3, \quad F(D \leq D_B^{ож}) = F(C \leq C_{ож}), \quad (16)$$

де $C_{ож}$ – математичне очікування вартості будівництва; $F(C \leq C_{ож})$, – вірогідність того, що фактична вартість не перевищить очікуваного значення; $P_A^{ож}$ – очікуване значення втрат за умови, що $C_{ож} > C_3$ тобто при настанні події А; $F(P \leq P_A^{ож})$ – вірогідність того, що втрати $P_A^{ож}$ не будуть перевищені; $D_B^{ож}$ – очікуване значення додаткового доходу за умови, що $C_{ож} > C_3$, тобто при настанні події В; $F(D \leq D_B^{ож})$ – вірогідність того, що доход $D_B^{ож}$ не буде занижений;

$$T_{ож} = \int_{T^{min}}^{T^{max}} E(T - T_3) p(T) dT. \quad (17)$$

$$P_B^{ож} = E(T_{ож} - T_3), \quad F(P \leq P_B^{ож}) = F(T \leq T_{ож}), \quad (18)$$

де $T_{ож}$ – математичне очікування тривалості будівництва; $F(T \leq T_{ож})$ – вірогідність, що фактична вартість не перевищить очікувані значення; $P_B^{ож}$ – очікуване значення втрат за умови, що $(T \leq T_{ож})$, тобто при настанні події Б; $F(P \leq P_B^{ож})$ – вірогідність того, що втрати $P_B^{ож}$ – не будуть перевищені.

Результати

Загальний результат реалізації проекту може полягати в появі однієї з чотирьох подій, а саме:

$$AB: \begin{cases} C_3 < C_\phi \leq C^{max} \\ T_3 < T_\phi \leq T^{max} \end{cases}; \quad (19)$$

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

$$BG: \begin{cases} C^{\min} \leq C_{\phi} \leq C_3; \\ T^{\min} \leq T_{\phi} \leq T_3; \end{cases} \quad (20)$$

$$AG: \begin{cases} C_3 < C_{\phi} \leq C^{\max}; \\ T^{\min} \leq T_{\phi} \leq T_3; \end{cases} \quad (21)$$

$$BB: \begin{cases} T_3 < T_{\phi} \leq T^{\max}; \\ C^{\min} \leq C_{\phi} \leq C_3. \end{cases} \quad (22)$$

Тоді мінімальні значення результатів, що досягаються, при появі подій *AB*, *BG*, *AG*, *BB* можуть бути визначені за формулах:

$$P_{AB}^{\max} = P_A^{\max} + P_B^{\max}, \quad C_{\phi} = C^{\max}, \quad T_{\phi} = T^{\max}; \quad (23)$$

$$D_{BG}^{\max} = D_B^{\max}, \quad C_{\phi} = C^{\min}; \quad (24)$$

$$P_{AG}^{\max} = P_A^{\max}, \quad C_{\phi} = C^{\max}; \quad (25)$$

$$P_{BB}^{\max} = P_B^{\max} + P_B^{\max}, \quad C_{\phi} = C_3, \quad T_{\phi} = T^{\max}; \quad (26)$$

$$D_{BB}^{\max} = D_B^{\max} + P_B^{\max}, \quad C_{\phi} = C_3^{\min}, \quad T_{\phi} = T_3; \quad (27)$$

де P – втрати, D – додатковий дохід.

Очікувані результати знаходяться згідно формул:

$$P_{AB}^{\text{ож}} = P_A^{\max} + P_B^{\max}, \quad C_{\phi} = C^{\text{ож}} > C_3, \quad (28)$$

$$T_{\phi} = T^{\text{ож}} > T_3;$$

$$D_{BG}^{\text{ож}} = D_B^{\text{ож}}, \quad C_{\phi} = C^{\text{ож}} < C_3; \quad (29)$$

$$P_{AG}^{\text{ож}} = P_A^{\text{ож}}, \quad C_{\phi} = C^{\text{ож}} > C_3; \quad (30)$$

$$P_{BB}^{\text{ож}} = P_B^{\max}, \quad C_{\phi} = C_3 = C^{\text{ож}}, \quad T_{\phi} = T^{\text{ож}} > T_3; \quad (31)$$

$$D_{BB}^{\text{ож}} = D_B^{\max}, \quad C_{\phi} = C^{\text{ож}} < C_3, \quad T_{\phi} = T_3 = T^{\text{ож}}. \quad (32)$$

Оскільки при плануванні фінансово-економічної діяльності будівельної організації в першу чергу повинна виходити із співвідношення безпеки і лише в другу чергу з розрахунку отримання майбутнього прибутку, то в якості параметра, що визначає необхідний рівень ризику при виборі договірних значень вартості і тривалості, приймаємо показник P_{AB} , як такий, що характеризує самий несприятливий результат діяльності організації.

Отже, потенційний інвестор, з допомогою методу буде забезпечений повним набором даних, що характеризують ризик проекту. На цій основі він зможе прийняти зважене рішення про надання коштів.

Наукова новизна та практична значимість

Дана методика дозволяє побудувати математичну модель з невизначеними значеннями параметрів, і, знаючи ймовірнісні розподіли параметрів продукту, а також зв'язок між змі-

нами параметрів (кореляцію) отримати розподіл результатів критерію.

Метод створює додаткову можливість при оцінці ризику за рахунок того, що робить можливим створення випадкових сценаріїв. Застосування аналізу ризику використовує багатство інформації, будь вона у формі об'єктивних даних чи оцінок експертів, для кількісного опису невизначеності, яка існує у відношенні основних змінних проекту, для обґрунтованих розрахунків можливого впливу невизначеності на ефективність інвестиційного проекту. Результат аналізу ризику виражається не яким-небудь єдиним значенням, а у вигляді імовірнісного розподілу всіх можливих значень цього показника.

Оптимізаційна модель спрямована на пошук кращих з усіх можливих підприємницьких рішень і передбачають їх подальшу реалізацію.

Висновки

Узагальнюючи отримані результати, можна зробити висновки тому, що актуальність цього завдання обумовлена об'єктивним існуванням невизначених чинників мікро- і макросередовища, визначальних різноманітність можливих результатів будівництва.

Для того, щоб оцінити конкретні договірні величини тривалості і вартості з позиції рівня допустимого ризику, необхідно побудувати імовірнісний розподіл результатів від реалізації підряду, а для цього необхідно знати щільність розподілу двовимірної випадкової величини, а також її функцію розподілу в умовах максимального використання обмежених трудових ресурсів, підвищення надійності досягнення цілей будівництва, тобто отримання прибутку, досягається за рахунок прямого резервування часу і засобів для компенсації негативного впливу мікро- і макросередовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Асаул, А. Н. (2001). *Феномен инвестиционно-строительного комплекса или сохраняется строительный комплекс в рыночной экономике*. Санкт-Петербург.
- Арутюнян, І. А. (Ред.). (2017). *Наукові основи розвитку будівельної галузі України*. Запоріжжя: ЗДІА.

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

- Бушуев, С. Д., & Михайлов, В. С. (1980). *Разработка алгоритмов управления строительством*. Киев: Будівельник.
- Голенко, Д. И. (1968). *Статистические методы сетевого планирования и управления*. Москва: Наука.
- Гусаков, А. А. (Ред.). (2004). *Системотехника в строительстве. Энциклопедический словарь*. Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов.
- Павлов, І. Д. (1993). *Оптимальні моделі організації будівельного виробництва: навчальний посібник*. Київ: ІСДО.
- Павлов, І. Д., & Радкевич, А. В. (2003). *Оптимальні моделі організації будівельного виробництва: навчальний посібник*. Запоріжжя: ЗДІА.
- Павлов, І. Д., Брехаря, Г. П., & Радкевич, А. В. (2005). *Модели принятия управленческих решений*. Запорожье: ЗНУ.
- Павлов, І. Д. (2008). *Управління проектами і оптимізація рішень в умовах невизначеності та ризику*. Запоріжжя: ЗДІА.
- Радкевич, А. В., & Данкевич, Н. О. (2011). Вибір ефективного варіанту організаційно-технологічних рішень будівельного проекту. *Комунальне господарство міст. Серія «Технічні науки та архітектура»*, 101, 97-103.
- Радкевич, А. В., Арутюнян, І. А., & Данкевич, Н. О. (2017). Аналіз методів і моделей при обґрунтування організаційно-технологічних рішень будівництва об'єктів. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*, 11, 74-80.
- Тян, Р. Б., Павлов, І. Д., & Головова, Л. С. (2006). *Управління проектами в виробничих системах*. Запоріжжя: ГУ ЗІДМУ.

Н. А. ДАНКЕВИЧ

Кафедра промышленного и гражданского строительства Инженерный институт Запорожского национального университета, пр. Соборный, 226, Запорожье, Украина, 69006, тел +38(098)272 90 77, эл. почта: DankevichNatali28@gmail.com, ORCID 0000-0002-7146-9303

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ В СОСТАВЕ ПРОЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА

Цель. Исследование условий хозяйствования субъектов договоров подряда на строительство, выделение им возможности самостоятельно регламентировать договорные отношения при выполнении работ и оказание услуг в инвестиционно-строительной сфере. **Методика.** Перед подрядчиком стоит задача выбора договорных значений продолжительности и стоимости строительства с такой нормой избыточности, которая с вероятностью 10 % допускала возможные потери строительной организацией и планируемой прибыли. **Результаты.** При заключении договоров их участники сталкиваются с различного рода рисками. При заключении договора подряда на строительство объекта заказчик и подрядчик преследуют принципиально противоположные цели – заказчик стремится снизить цену, а подрядчик – ее увеличить. Управляющему органу необходимо предусмотреть такие договорные значения продолжительности и стоимости проекта, которые с допустимым степеню избыточности смогли бы ограничить объективно существующее разнообразие неприемлемых результатов строительства. Эти обстоятельства обуславливают необходимость разработки организационной модели, которая минимизирует влияние различных факторов на выбор оптимального варианта организационных решений. **Научная новизна.** Разработка эффективной модели на основе принципов системотехники, которая позволит создать оптимальные условия решения сложных вопросов эффективности организационных решений строительства объектов. **Практические значения.** Оптимальность организационных решений может быть достигнута только при учете факторов микро- и макросреды, определяющих разнообразие возможных результатов строительства, возникающие в связи с изменениями в организационно-технологической среде функционирования проектных и строительных организаций и других участников инвестиционно-строительной деятельности.

Ключевые слова: эффективность; организационно-технологические решения; подрядчик; надежность; системотехника

N. A. DANKEVICH

Department of Industrial and Civil Engineering, Zaporizhzhia State Engineering Academy, Soborni Avenue 226, Zaporizhzhia, Ukraine, 69006, tel. +38 (098) 272 90 77, e-mail DankevichNatali28@gmail.com, ORCID 0000-0002-7146-9303

© Н. О. Данкевич, 2019

IMPROVEMENT OF EFFICIENCY OF ORGANIZATIONAL DECISIONS IN THE COMPOSITION OF THE CONSTRUCTION PROJECT

Purpose. The study of the economic conditions of the subjects of construction contracts, the allocation of the opportunity for them to independently regulate contractual relations in the performance of work and the provision of services in the construction sector. **Methodology** The contractor is faced with the task of choosing contractual values for the duration and cost of construction with such a redundancy rate that with a probability of 10 % allowed possible losses by the construction organization and the planned profit. **Findings.** When concluding contracts, their participants face various kinds of risks. When concluding a contract for the construction of an object, the customer and the contractor pursue fundamentally opposite goals – the customer seeks to reduce the price, and the contractor – to increase it. The governing body, it is necessary to provide such contractual values of the duration and cost of the project, which with an acceptable degree of redundancy could limit the objectively existing variety of unacceptable construction results. These circumstances necessitate the development of an organizational model that minimizes the influence of various factors on the selection of the best option for organizational decisions. **Originality.** The development of an effective model based on the principles of systems engineering, which will create optimal conditions for solving complex issues of the effectiveness of organizational solutions for the construction of facilities. **Practical value.** The optimality of organizational decisions can be achieved only by taking into account factors of the micro and macro environment, which determine the variety of possible construction results that arise in connection with changes in the organizational and technological environment of the functioning of design and construction organizations and other participants in construction activities.

Key words: effectiveness; organizational and technological solutions; contractor; reliability; system engineering

REFERENCES

- Asaul, A. N. (2001). *Fenomen investicionno-stroitel'nogo kompleksa ili sohranjaetsja stroitel'nyj kompleks v rynochnoj jekonomike*. Sankt-Peterburg. (in Russian)
- Arutiunian, I. A. (Red.). (2017). *Naukovi osnovy rozvytku budivelnoi haluzi Ukrainy*. Zaporizhzhia: ZDIA. (in Ukrainian)
- Bushuev, S. D., & Mihajlov, V. S. (1980). *Razrabotka algoritmov upravlenija stroitel'stvom*. Kiev: Budivelnyk. (in Russian)
- Golenko, D. I. (1968). *Statisticheskie metody setevogo planirovanija i upravlenija*. Moskva: Nauka. (in Russian)
- Gusakov, A. A. (Red.). (2004). *Sistemotekhnika v stroitel'stve. Jenciklopedicheskij slovar'*. Moskva: Izdatel'stvo Asosociacii stroitel'nyh vuzov. (in Russian)
- Pavlov, I. D. (1993). *Optymalni modeli orhanizatsii budivelnoho vyrobnytstva: navchalnyi posibnyk*. Kyiv: ISDO. (in Ukrainian)
- Pavlov, I. D., & Radkevych, A. V. (2003). *Optymalni modeli orhanizatsii budivelnoho vyrobnytstva: navchalnyi posibnyk*. Zaporizhzhia: ZDIA. (in Ukrainian)
- Pavlov, I. D., Breharja, G. P., & Radkevich, A. V. (2005). *Modeli prinjatija upravlencheskih reshenij*. Zaporozh'e: ZNU. (in Russian)
- Pavlov, I. D. (2008). *Upravlinnia proektamy i optymizatsiia rishen v umovakh nevyznachenosti ta ryzyku*. Zaporizhzhia: ZDIA. (in Ukrainian)
- Radkevych, A. V., & Dankevych, N. O. (2011). *Vybir efektyvnoho variantu orhanizatsiino-tekhnologichnykh rishen budivelnoho proektu*. *Komunalne hospodarstvo mist. Seriia «Tekhnichni nauky ta arkhitektura»*, 101, 97-103. (in Ukrainian)
- Radkevych, A. V., Arutiunian, I. A., & Dankevych, N. O. (2017). *Analiz metodiv i modelei pry obgruntuvannia orhanizatsiino-tekhnologichnykh rishen budivnytstva ob'ektiv*. *Mosty ta tuneli: teoriia, doslidzhennia, praktyka*, 11, 74-80. (in Ukrainian)
- Tian, R. B., Pavlov, I. D., & Holovkova, L. S. (2006). *Upravlinnia proektamy v vyrobnychych systemakh*. Zaporizhzhia: HU ZIDMU. (in Ukrainian)

Надійшла до редколегії 12.11.2019

Прийнята до друку 04.12.2019