

УДК 69.05:699.8

Чернишев Денис ОлеговичКандидат технічних наук, доцент, перший проректор, *orcid.org/0000-0002-1946-9242*

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ У ПРОЕКТАХ БІОСФЕРОСУМІСНОГО БУДІВНИЦТВА

***Анотація.** Розглянуто сучасну практику містобудівних інновацій, засновану на принципах біосферної сумісності. Проаналізовано проектне рішення забезпечення організаційно-технологічної надійності будівництва з позиції можливості реалізації функцій біосферосумісного міста і впровадження інноваційних конструктивних та архітектурно-планувальних рішень. Стосовно будівельного проекту дано формалізацію методики розрахунку показників біотехносфери міст і поселень, визначено кількісні показники реалізації функцій міста. Отримані результати чисельного аналізу реалізації функцій міста дозволяють спрогнозувати розвиток міської території, оцінити комфортність і безпеку міського середовища з позиції біосферної сумісності будівельних об'єктів. У разі недостатнього врахування законів взаємодії між суспільством і природою містобудування супроводжується значним негативним (антропогенним і техногенним) впливом на природне середовище, що загрожує катастрофічними наслідками для біосфери і людини. За результатами аналізу робиться висновок про принципову необхідність прийняття нової містобудівної політики і впровадження біосферосумісних технологій при будівництві та реконструкції міських споруд.*

***Ключові слова:** організаційно-технологічна надійність будівництва; біосферосумісність у будівництві; будівельний проект*

Вступ

Будівництво є одним із потужних антропогенних факторів впливу на навколишнє середовище. Антропогенний вплив будівництва різноманітний за своїм характером і відбувається на всіх етапах будівельної діяльності – видобуток та виробництво будівельних матеріалів, будівництво об'єктів, їх експлуатація і закінчуючи демонтажем відпрацьованих будівель.

Нові підходи у вирішенні проблеми зниження антропогенного впливу на біосферу запропоновані в концепції біосферної сумісності міст і поселень, розвиваючих людину [1-8]. Питання про поділ технічних інновацій на прогресивні і регресивні вирішується за їхнім впливом на симбіотичне життя біосфери і майбутніх поколінь людей. Якщо технології скорочують простір і час симбіотичного життя біосфери і людини – вони регресивні, якщо розширюють – прогресивні.

Постановка проблеми досліджень

У сучасних наукових теоріях процес будівельного виробництва, у порівнянні з природними процесами, розглядається як короткостроковий, а його впливи – як такі, що носять тимчасовий характер. І як результат, параметрами

такого впливу при розробці архітектурно-будівельних рішень і відповідно безпосередньо таким впливом під час здійснення будівельного виробництва дуже часто нехтують. Такий підхід, з позицій біосферосумісного будівництва, є некоректним, оскільки в останні десятиліття почастішала практика реалізації великомасштабних інвестиційно-будівельних проектів, тривалість яких перевищує 2-3 роки. З позицій біосферосумісності будівництва основна увага в таких проектах має приділятися глобальному впливу будівельної продукції на навколишнє середовище. За основну техногенну одиницю беруть готовий будівельний об'єкт, для якого визначають кінцеву множину факторів, що істотно впливають на екосистему. Будівництво об'єкта розглядається як будівельна система – сукупність всіх етапів будівельного процесу та його учасників, що має об'єктно-орієнтовану спрямованість, і реалізовану в умовах впливу встановлених факторів зовнішнього середовища.

Мета статті

Метою статті є схематична формалізація проекту. Виділення в його складі структурних елементів дає змогу створити модель, яка може бути у подальшому досліджувана. Аналіз моделі дозволяє

зробити висновок про наявність у структурі стійких зв'язків, які можна розглядати як стандартні самостійні елементи і вивчати поведінку всієї системи, досліджуючи її окремі частини, зокрема за критеріями біосферосумісного будівництва.

Виклад основного матеріалу

Надійність та безпечна експлуатація будівель, споруд та інженерних комунікацій, запобігання аваріям на них – це проблема, яка зараз, у перехідний період розвитку економіки в Україні, вкрай загострена. У системі «проекування – виробництво – експлуатація» утворилася методична роз'єднаність, що ускладнює вибір техніко-економічних та інженерно-технологічних рішень. Практика прийняття рішень без локальної інженерної інформації ускладнює виробничу систему і є гальмом у досягненні ефективного кінцевого результату – забезпечення надійності й безпечної експлуатації будівель та споруд [8].

Згідно з Міжнародними нормами (EN 1990:2001/ Eurocode – Basis of structural design) надійність будівельних конструкцій розглядається як поєднання безпеки, придатності до нормальної експлуатації і довговічності. Безпечність розглядається як властивість будівельного об'єкта зберігати придатність до експлуатації впродовж передбаченого терміну без потенційної загрози для життя і здоров'я людей.

Перехід до біосферосумісного будівництва в Україні слід оцінити як важливу стратегічну перспективу, яка вплине на реформацію змісту архітектурно-конструктивних, технічних та організаційно-технологічних стандартів будівництва, де основним складовим елементом будівельної системи є виробничо-технологічний модуль (ВТМ), який являє собою сукупність груп процесів, об'єднаних технологічною послідовністю і функціональним призначенням, спрямованих на створення будівельних конструкцій, будівельно-технологічних елементів та інженерних систем.

Наприклад, зведення житлового будинку може бути представлено у вигляді виробничо-технологічних модулів [2]:

- 1) підземна частина, загальнобудівельні роботи;
- 2) надземна частина, загальнобудівельні роботи;
- 3) зовнішні стіни, загальнобудівельні роботи;
- 4) внутрішня обробка приміщень;
- 5) електрика і слабкі струми;
- 6) вентиляція та кондиціонування;
- 7) водопровід, каналізація і зливі стоки;
- 8) теплопостачання;
- 9) вертикальний транспорт;
- 10) системи безпеки (пожежогасіння, димовидалення і сигналізація);

- 11) покрівля;
- 12) фасади;
- 13) благоустрій;
- 14) зовнішні мережі.

Для побудови математичного виразу біосферосумісності будівельного об'єкта (екологічного навантаження) застосовано методику моделювання факторних систем [7].

Рівняння екологічного навантаження процесу будівництва на оточуюче середовище має вигляд:

$$EI = \sum_{i=1}^n (W_i \cdot MEI_i), \quad (1)$$

де W_i – коефіцієнт вагомості i -го ВТМ; MEI_i – показник екологічного навантаження (Module Environmental Index) від i -го ВТМ, який визначається за формулою:

$$MEI_i = w_i x_i, \quad (2)$$

де w_i – коефіцієнт вагомості i -го шкідливого виробничого фактора; x_i – i -й шкідливий фактор.

Основи методу розрахунку балансу біотехносфери розроблені В.О. Іллічовим [1; 2]. В роботах [6; 7] наведено методику кількісної оцінки балансу біосфери і техносфери території в умовах розглянутої концепції розширеного відтворення головної продуктивної сили – чистої частини біосфери, в умовах сучасного рівня урбанізації та обов'язкової умови реалізації всіх функцій міста. Для цього запропоновано два інтегральних показника:

η – показник відносного значення біосферної сумісності території;

ξ – показник рівня реалізації функцій біосферосумісного поселення (функції міста).

Відносне значення показника біосферної сумісності території представлено формулою:

$$\eta = \sum_n \sum_i (D_{in} \xi_{in} \Theta - A_{in} \gamma_{in} m_{in}), \quad (3)$$

де перший доданок в правій частині – кількісний показник чистої (незабрудненої) біосфери навколишнього середовища; другий доданок – кількісний показник забруднень від техносфери з максимальними концентраціями, що допускають розвиток (МКДР) на одне робоче місце; D_{in} – відносне значення необхідної площі біосфери по відношенню до площі ділянки мікрорайону або поселення, що розраховується, яке необхідне для нейтралізації забруднень від техносфери до рівня МКДР з розрахунку на i -те робоче місце в n -й функції міста; ξ_{in} – коефіцієнт однорідності біосфери, для врахування різної інтенсивності полутантів; Θ – необхідна кількість робочих місць, забруднення від яких має бути поглинуто біосферою на території, що розраховується; A_{in} – відносне значення параметра забруднень до рівня МКДР i -го джерела при реалізації n -ї функції міста, розраховане по відношенню до зонних поширень; γ_{in} – коефіцієнт

зведення параметрів забруднення до одного джерела; m_{in} – число робочих місць в i -му джерелі забруднень у n -й функції міста.

Обчислення D_{in} здійснюється за формулою:

$$D_{in} = \frac{V_{in}}{\Theta_{in} k_{in} S_i}, \quad (4)$$

де V_{in} – обсяг забруднень від i -го джерела при реалізації n -ї функції міста, кг/рік; k_{in} – кількість забруднювача, що утилізується 1 м² біосфери, кг рік; S_i – площа ділянки, що розраховується, на i -те робоче місце, м².

Значення параметра A_{in} розраховується за формулою

$$A_{in} = \frac{S_{in}}{\Theta_{in} S_i}, \quad (5)$$

де S_{in} – площа забруднення від i -го поллютанту при реалізації n -ї функції міста, м².

При позитивному балансі біосфери і техносфери ($\eta > 0$) забезпечується здатність біосфери до нейтралізації відходів техногенної діяльності людини. Чим ближче коефіцієнт η до нульового значення, тим менша здатність біосфери до очищення та самовідтворення. При $\eta \leq 0$ міська екосистема знищена, біосфера не здатна переробити в повному обсязі відходи життєдіяльності людини. При $\eta > 1$ техногенна діяльність людини на даній території зовсім відсутня.

Показник рівня реалізації функцій біосферосумісного поселення ξ є інтегральним коефіцієнтом, який визначається за формулою

$$\xi = 1 - \frac{\sum_n \sum_i a_{in}^* \bar{\alpha}_{in} \beta_{in}^* - \sum_n \sum_i a_{in} \alpha_{in} \beta_{in}}{\sum_n \sum_i a_{in}^* \bar{\alpha}_{in} \beta_{in}^*} \quad (6)$$

де a_{in} – відносне значення i -ї складової в n -й функції міста з розрахунку на одного жителя; α_{in} – коефіцієнт доступності i -ї складової в n -й функції міста з розрахунку на одного жителя; β_{in} – параметр можливості бути реалізованим i -ї складової в n -й функції міста в даний період часу (за віковими групами, соціальними та іншими особливостями людського потенціалу для території, що розглядається); a_{in}^* – мінімально необхідне відносне значення параметра a_{in} , законодавчо гарантованого владою, який забезпечує розвиток людського потенціалу на розрахунковий період часу; $\bar{\alpha}_{in}$ – нормоване значення коефіцієнта доступності; β_{in}^* – розрахункове значення параметра реалізованості β_{in} для n -ї функції міста.

Складність розрахунку показника ξ полягає у тому, що на сьогодні у чинних нормативних документах не всі функції міста та окремих об'єктів

архітектури і тим більше складові цих функцій a_{in} є в наявності.

Відповідно до цієї методики у [4] запропонована концептуальна модель біосумісних урбанізованих територій у вигляді багатокомпонентної природно-соціотехнічної структури (рисунк).

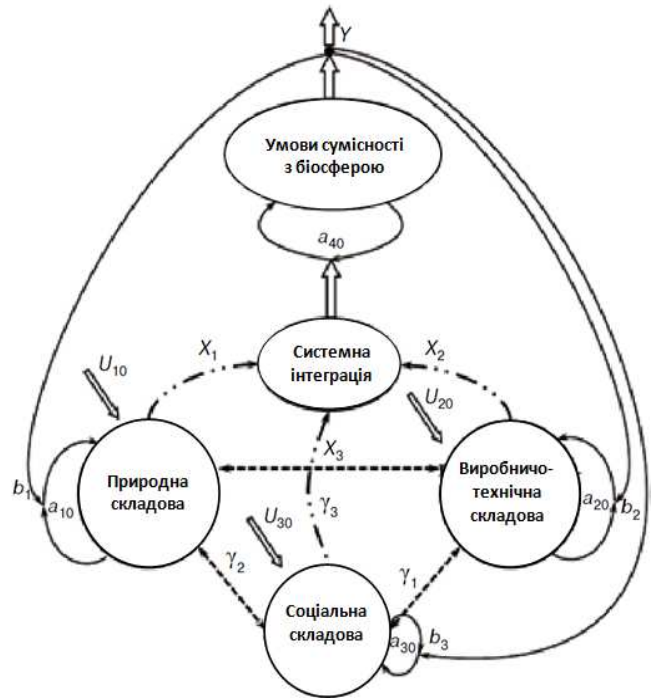


Рисунок – Схема концептуальної моделі біосферосумісних урбанізованих територій [9]

Модель включає три взаємодіючі між собою складові, що виступають елементами потрійного балансу біотехносфери:

- природну складову як частину зовнішнього середовища, що містить ресурси, які необхідні для життєзабезпечення людини на урбанізованих територіях, і яка піддається негативному антропогенному і техногенному впливу;

- соціальну складову як частину зовнішнього середовища, що чекає задоволення своїх раціональних життєзабезпечуючих потреб і при цьому зазнає опосередкований негативний техногенний вплив з боку навколишнього середовища;

- виробничо-технічну складову, що впливає на природну і соціальну частини і визначає якість життя на урбанізованих територіях і умови формування комфортного і безпечного середовища життєдіяльності, що сприяє розвитку людини.

Математична модель динаміки зміни стану біосферосумісних урбанізованих територій в загальному вигляді описується нелінійним рівнянням:

$$\frac{dx_i}{dt} = f_i(x_1, x_2, \dots, x_n), i = 1, n, \quad (7)$$

де f_i – безперервні або кусково-безперервні функції;

x_i – координати системи, що відображають становище певної точки на фазовій площині або в просторі координат і характеризують стан складових системи в будь-який момент часу.

Критерієм оцінки збалансованого стану біосферосумісних урбанізованих територій є кількісне співвідношення між показниками стану її складових, а саме:

- рівнем задоволення потреб у природних ресурсах (так звані первинні потреби – вода, кисень, повітря, мінеральна сировина тощо);
- рівнем інноваційної розвиненості інфраструктурної складової у містах і поселеннях;
- рівнем розвитку людського потенціалу.

Математичне представлення динамічної системи визначається сукупністю нелінійних диференціальних рівнянь:

$$\begin{cases} \dot{X}_1 = a_{10}X_1 - a_{11}X_1^2 + \gamma_1X_2X_3 - b_1Y + U_{10}; \\ \dot{X}_2 = a_{20}X_2 - a_{22}X_2^2 + \gamma_2X_1X_3 - b_2Y + U_{20}; \\ \dot{X}_3 = a_{30}X_3 - a_{33}X_3^2 + \gamma_3X_1X_2 - b_3Y + U_{30}; \\ \dot{Y} = a_{40} - a_{44}Y^2 + X_1X_2X_3, \end{cases} \quad (8)$$

де X_1 – змінна, що характеризує ступень споживання природних ресурсів і рівень забруднення природного середовища відходами; X_2 – змінна, що характеризує рівень розвиненості виробничо-інфраструктурної складової в регіоні (використання «зелених» технологій, кількість інноваційних виробництв, темпи оновлення основних фондів та ін.); X_3 – змінна, що характеризує ступінь задоволення раціональних життєзабезпечуючих потреб населення урбанізованих територій (робота, житло, освіта, медицина і охорона здоров'я, транспорт тощо); Y – змінна, що відображає на системному рівні процеси життєдіяльності, які протікають одночасно (ефект синергетики); U_{10} , U_{20} , U_{30} – змінні, що характеризують керуючі впливи, спрямовані на досягнення цільового стану – сумісності з біосферою і прогресивного розвитку урбанізованих територій; a_{10} , a_{20} , a_{30} , a_{40} – коефіцієнти зворотного зв'язку, що характеризують вплив різних факторів зовнішнього середовища; a_{11} , a_{22} , a_{33} , a_{44} – коефіцієнти зворотного зв'язку, що характеризують стабілізуючий вплив

зовнішніх факторів на реалізацію біосферосумісного поселення (наприклад, кількість техногенних і побутових відходів, що переробляються інноваційною екологічно-безпечною виробничо-інфраструктурною складовою, має ефект компенсації шкідливого впливу відповідної складової на природне середовище); γ_1 , γ_2 , γ_3 – коефіцієнти, що характеризують взаємний вплив між окремими складовими і компонентами природно-соціологічних структур (опосередкований вплив рівня забруднення атмосферного повітря, водного середовища та інших складових життєзабезпечення на урбанізованих територіях на здоров'я населення тощо); b_1 , b_2 , b_3 – коефіцієнти, що характеризують стабілізуючий вплив зовнішнього середовища, продиктований, наприклад, змінами нормативно-правової бази, демографічними процесами, міграцією населення тощо.

Важливим питанням в реалізації концепції біосферосумісного будівництва – особливо у зв'язку з тим, що вона розглядається як еволюціонуюча – стало виявлення його практичних і вимірюваних індикаторів. У цьому напрямі зараз працюють як міжнародні організації, так і наукові кола. Виходячи з вищезгаданої тріади, такі індикатори можуть пов'язувати усі ці три компоненти і відображати екологічні, економічні та соціальні аспекти.

Висновки

Оновлення теоретико-методологічного підґрунтя організації будівництва для забезпечення євровимог щодо організаційно-технологічної надійності проектів біосферосумісного будівництва з врахуванням операційно-функціональної специфіки досліджуваних об'єктів дозволило розробити системний прикладний програмний продукт формалізованого забезпечення реалізації будівельних проектів на засадах енергоощадного та екологічно-безпечного будівництва.

У створюваному інструментарії розроблено окремі складові (виробничо-технологічні модулі), призначенням яких має стати еколого-технологічна експертиза проектів та їх подальше застосування при проведенні оцінки щодо біосферної сумісності використовуваних в зазначених проектах матеріалів, виробів та конструкцій.

Список літератури

1. Ильичёв В. А. Биосферная совместимость: Технологии и внедрения. Города, развивающие человека / В.А. Ильичёв. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. – 240 с.
2. Ильичёв В. А. Моделирование и анализ закономерностей динамики изменения состояния биосферосовместимых урбанизированных территорий / В.А. Ильичев, С.Г. Емельянов, В.И. Колчунов и др. // Жилищное строительство. – 2015. – № 3. – С. 3-9.
3. Лapidус А. А. Математическая модель оценки обобщенного показателя экологической нагрузки при возведении строительного объекта / А.А. Лapidус, А.Ю. Бережний. // Весник МГСУ. – М. : МГСУ, 2012. – С. 149-153.

4. Гусаков А.А. Организационно-технологическая надежность строительства / [А.А. Гусаков, С.А. Веремеенко, А.В. Гинсбург и др.]; под ред. А.А. Гусакова. – М.: Sv R – Аргус, 1994. – 472 с.
5. Млодецький В. Р. Обґрунтування раціонального рівня організаційно-технологічної надійності у будівельних проектах [Електронний ресурс] / В.Р. Млодецький, Т.О. Ценацевич // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – 2015. – № 9. – С. 47-54.
6. Большаков В.І. Формування проектних та організаційно-технологічних рішень зведення висотних багатобудівельних комплексів [Електронний ресурс] / В.І. Большаков, Є.І. Заяць // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – 2016. – № 5. – С. 71-78.
7. Поколенко В. О. Запровадження інструментарію вибору альтернатив реалізації будівельних проектів за функціонально-технічною надійністю організацій-виконавців / В.О. Поколенко, Г.М. Рижакова, Д.О. Приходько // Управління розвитком складних систем. – 2014. – Вип. 19. – С.104-108.
8. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. – К.: Мінбуд України, 2007. – 60 с.
9. Прангшивили И.В. Энтропийные и другие системные закономерности: Вопросы управления сложными системами / И.В. Прангшивили; Ин-т проблем управления им. В.А. Трапезникова. – М.: Наука, 2003. – 428 с.

Стаття надійшла до редколегії 02.10.2017

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

Чернышев Денис Олегович

Кандидат технических наук, доцент, первый проректор, orcid.org/0000-0002-1946-9242
Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ПРОЕКТАХ БИОСФЕРНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Аннотация. Рассмотрена современная практика градостроительных инноваций, основанная на принципах биосферной совместимости. Проанализировано проектное решение обеспечения организационно-технологической надежности строительства с позиции реализуемости функций биосферосовместимого города и внедрения инновационных конструктивных и архитектурно-планировочных решений. Применительно к строительному проекту дана численная реализация методики расчета показателей биотехносферы городов и поселений, определены количественные показатели реализуемости функций города. Полученные результаты численного анализа реализуемости функций города позволяют спрогнозировать развитие городской территории, оценить комфортность и безопасность городской среды с позиции биосферной совместимости строительных объектов. При недостаточном учете законов взаимодействия между обществом и природой градостроительство сопровождается значительным негативным (антропогенным и техногенным) воздействием на природную среду, что чревато катастрофическими последствиями для биосферы и человека. По результатам анализа делается вывод о принципиальной необходимости принятия новой градостроительной политики и внедрения биосферосовместимых технологий при строительстве и реконструкции городских сооружений.

Ключевые слова: организационно-технологическая надежность строительства; биосферосовместимость в строительстве; строительный проект

Chernyshev Denys O.

PhD, Associate professor, First vice-rector
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

METHODOLOGICAL PRINCIPLES OF PROVIDING THE RELIABILITY OF ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS IN PROJECTS OF BIOSPHERE CONSTRUCTION BUILDINGS

Abstract. The article considers the modern practice of town-planning innovations, based on the principles of biospheric compatibility. The project solution for ensuring the organizational and technological reliability of construction from the point of view of the feasibility of functions of a biosferous city and the introduction of innovative design and architectural and planning solutions is being analyzed. With reference to the construction project, the numerical implementation of the methodology for calculating the biotехносphere of cities and settlements is given, and the quantitative indicators of the realizability of city functions are determined. The results of numerical analysis of the feasibility of city functions allow predicting the development of urban areas, assessing the comfort and security of the urban environment from the standpoint of biospheric compatibility of construction sites. With insufficient account of the laws of interaction between society and nature, urban planning is accompanied by significant negative (anthropogenic and technogenic) impact on the natural environment, which is fraught with catastrophic consequences

for the biosphere and human beings. According to the results of the analysis, it is concluded that there is a fundamental need for the adoption of a new urban planning policy and the introduction of biosphere-compatible technologies for the construction and reconstruction of urban structures.

Keywords: *organizational and technological reliability of construction; biosphere compatibility in construction; construction project*

References

1. Il'ichyov, V.A. (2011). *Biosphere compatibility: Technology and implementation. Cities that develop a person. Moscow: "LIK BROKOM" Book House, 240.*
2. Il'ichyov, V.A., Emel'yanov, S.G., Kolchunov, V.I., and others. (2015). *Modeling and analysis of regularities of the dynamics of the change in the state of biosphere-compatible urbanized territories. Housing construction, 3, 3-9.*
3. Lapidus, A.A., Berezhnyj, A.Yu. (2012). *Mathematical model of an estimation of the generalized index of ecological loading at erection of a building object. The MSSU spring. Moscow: MSSU, 149-153.*
4. Gusakov, A.A., Veremeenko, S.A., Ginsburg, A.V., and others. (1994). *Organizationl-technological safety of the construction. Moscow, Russia: Sv R., 472.*
5. Mlodetskiy, V.R., Tsenatsevych, T.O. (2015). *Justification of the rational level of organizational and technological reliability in construction projects [Electronic resource]. Bulletin of the Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 9, 47-54.*
6. Bolshakov, V.I., Zaiats, Ye.I. (2016). *Formation of design and organizational-technological solutions for the construction of high-rise multifunctional complexes [Electronic resource]. Bulletin of the Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 5, 71-78.*
7. Pokolenko, V.O., Rizhakova, G.M., Prikhod'ko, D.O. (2014). *Implementation of tools for choosing alternatives for implementing construction projects according to the functional and technical reliability of implementing organizations. Management of development of complex system, 19, 104-108.*
8. DBN V.1.2-2: 2006. (2007). *System of reliability and safety of building objects. Load and impact. Design standards. – Kyiv: Ministry of Construction of Ukraine, 60.*
9. Prangishvili, I.V. (2003). *Entropy and other system regularities: Control questions of complex systems. Institute of Control Sciences. V.A. Trapeznikova. Moscow: Science, 428.*

Посилання на публікацію

- APA Chernyshev, Denys. (2017). *Methodological principles of providing the reliability of organizational and technological solutions in projects of biosphere construction buildings. Management of development of complex system, 32, 210–215. [in Ukrainian]*
- ДСТУ Чернишев Д.О. Методичні засади забезпечення надійності організаційно-технологічних рішень у проектах біосферосумісного будівництва [Текст] / Д.О. Чернишев // Управління розвитком складних систем. – 2017. – № 32. – С. 210 – 215.