

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

УДК 69.05:658.012.34

І. А. АРУТЮНЯН^{1*}, Є. Е. АРУТЮНЯН²

^{1*} Кафедра промислового та цивільного будівництва, Запорізький національний університет, пр. Соборний, 226, Запоріжжя, Україна, 69006, тел. +38 (066) 900 78 28, ел. пошта iranaarutunan@gmail.com, ORCID 0000-0002-5049-3742

² Кафедра міського будівництва і архітектури, Запорізький національний університет, пр. Соборний, 226, Запоріжжя, Україна, 69006, тел. +38 (095) 599 11 56, ел. пошта arutyunyanegen@gmail.com, ORCID 0000-0002-0502-6651

ОПТИМІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА ЗА РАХУНОК СИСТЕМАТЕХНІЧНИХ ТА ЛОГІСТИЧНИХ ПІДХОДІВ

Мета. Дослідження методологічних та практичних аспектів розвитку та функціонування будівельної галузі використовуючи платформу інструментарію логістики та системотехніки, як сучасного підґрунтя вирішення організаційно-технологічних завдань, враховуючи трансформацію ринкових умов у будівельному секторі. **Методика.** Будівництво грає важливу роль в складній економічній системі України. Сучасний стан будівництва потребує значних змін та реформ, які в змозі активувати розвиток однієї із значущих галузей країни. Виходом із складної ситуації є застосування сучасних підходів на платформі інструментарію логістики та системотехніки, це призведе до удосконалення організації будівельного виробництва, за рахунок ефективного управління матеріальними потоками, що дає можливість скорочення виробничої собівартості будівельно-монтажних робіт та своєчасне введення об'єктів в експлуатацію. **Результати.** Відображені науково обґрунтовані результати впровадження логістики та системотехніки як сучасних інноваційних платформ вирішення організаційно-технологічних задач підвищення ефективності будівельного сектора. Визначено управління тріадою будівельних процесів (організація, технологія, економіка) враховуючи логістичні та системотехнічні підходи. **Наукова новизна.** Сформовано теоретико-методологічний напрям, на базі сучасного інструменту логістики та системотехніки, задля вирішення організаційно-технологічних завдань будівельного виробництва, враховуючи ефективне управління матеріальними потоками, що дає можливість скорочення виробничої собівартості будівельно-монтажних робіт та своєчасне введення об'єктів в експлуатацію. Представлена модель, віддзеркалює єдність усього міжсистемного циклу: сировина – транспорт – виробництво – розподіл – попит – плаваючі ціни. **Практична значимість.** Застосування сучасних підходів на платформі інструментарію логістики та системотехніки, дає можливість формування механізму вибору раціональних управлінських підходів, спрямованих на вирішення організаційно-технологічних завдань будівельного виробництва враховуючи трансформацію ринкових умов. Модель довела високу працездатність, зняла усі труднощі в практичній реалізації завдань організаційно-технічного розвитку будівельного виробництва, метод можна використати для вирішення аналогічних проблем в інших галузях України.

Ключові слова: будівельна галузь; логістика; системотехніка; будівельна логістика; будівельне виробництво; організаційно-технологічні завдання; потоки

Вступ

Сучасні умови функціонування будівельної галузі потребують рішучих змін та реформ в розрізі технології та організації будівельного виробництва. Будівельний процес розпочинається з підготовки до будівництва та включно до здачі об'єкта, включаючи етапи виконання комплексів технологічно закінчених робіт при будівництві будівель і споруд, та передбачає управління супроводжуваними процесами забезпечення фінансами, матеріальними ресурсами, технологічним устаткуванням, транспортом і будівельними машинами.

Тому особливе значення мають організаційно-технологічні рішення, які визначають порядок фінансування і забезпечення будівництва матеріальними ресурсами відповідно технології будівельних процесів, що сприяє своєчасному завершенню будівельних робіт. Впровадження у програм розвитку будівельного виробництва оптимальних організаційно-технологічних рішень є однією з ключових складових в процесі будівництва об'єкту (Павлов, & Радкевич, 2003; Кирнос, Залуний, & Дадиверина, 2005; Дикман, 2006; Пшінько, Павлов, & Арутюнян, 2011; Радкевич, & Арутюнян, 2013).

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

Вирішення складних завдань щодо вдосконалення управління будівельного виробництва сприяє застосуванню сучасних методів і механізмів управління, використовуючи галузь знань логістики і системотехніки (Jonsons, & Wood, 2007; Павлов І., Арутюнян, & Павлов Ф., 2010; Радкевич, & Арутюнян, 2013; Павлов, И. Д., Арутюнян, Павлов Ф. И., & Терех, 2016).

Мета

Виходячи с проведеного аналізу наукових праць в розрізі розвитку та функціонування будівельної галузі сформулюємо мету, яка полягає в розробці діючого інструментарію, на платформі логістики та системотехніки, що дозволить удосконалити організаційні процеси будівельного виробництва враховуючи міжсистемні зв'язки основних ланок будівельного комплексу (будівельно-монтажна, промислово-виробнича та інфраструктурна) в умовах трансформації ринку.

Методика

Проблеми будівельного виробництва можливо розв'язати завдяки використанню основ логістики та системотехніки, так як між ними простежується об'єктивний зв'язок.

Так за визначенням системотехніка – це наука, що вивчає організаційні, технічні, економічні і інші виробничі системи і міжсистемні зв'язки, сприяючи досягненню результатів діяльності. Сучасні проблеми виробництва являються суто системотехнічними, що виникають на стиках окремих систем або підсистем (проекування і планування, управління і планування, проектування і управління). Усі проблеми взаємозв'язані та взаємодоповнюють один одного, а їх вивчення і рішення має бути системотехнічним (Гусаков, 2002).

Стосовно поняття логістики, дослідивши визначення терміну «логістика» вітчизняними і зарубіжними вченими-фахівцями (Стаханов, 1998; Денисенко, Левковець, & Михайлова, 2010; Волков, Пшінько, Павлов, & Арутюнян, 2012) більш за все з нашого погляду гармонує термін «Логістика» – наука про організацію, планування, управління і контроль за рухом матеріальних і супроводжуваних їх інформаційних, фінансових потоків на основі системного підходу в будь-яких логістичних системах.

Тому засоби досягнення цілей системотехніки і логістики можна групувати по наступним напрямкам (Стаханов, 1998; Арутюнян, 2011):

- організація нових потоків і органів управління ними;
- розширення вузьких місць, розширення і модифікація найбільш завантажених потоків;
- технічне переозброєння, розробка і впровадження прогресивних технологій організації потоків;
- вдосконалення організаційної структури будівельної фірми з урахуванням вимог системотехніки і будівельної логістики.

Для успішного використання названих засобів потрібне дотримання, щонайменше, двох умов: по-перше, зростання інвестиційної активності в економіці; по-друге, підвищення економічної самостійності учасників інвестиційного процесу у сфері капітального будівництва (Стаханов, 1998; Jonsons, & Wood, 2007; Волков, Пшінько, Павлов, & Арутюнян, 2012).

Логічна структура принципу системності може бути описана так: поза системою немає потоку, поза потоком немає логістики. Подібний евфемізм по відношенню до логістики будівництва припускає підхід до будівництва як цілісної системи, усі елементи якої взаємопов'язані і взаємозв'язані між собою. Логістика не пасивно сприймає ці взаємозв'язки і взаємозалежності, а намагається формувати їх найбільш раціональним чином. Критерієм раціональності логістичної системи є пріоритет загальносистемних цілей над приватними цілями підсистем і елементів (Гусаков, 2002; Павлов І, Арутюнян, & Павлов Ф., 2010; Павлов И. Д., Арутюнян, Павлов Ф. И., & Терех, 2016).

Системотехнічний підхід забезпечує об'єднання різних питань і процесів у будівництві, роз'єднаних спеціалізацією та відомчої роз'єднаністю, служить запорукою успішного вирішення будівельних завдань.

Адаптивність, тобто пристосованість будівельної фірми до змін зовнішнього середовища – явище багатогранне. З точки зору логістики будівництва адаптивність будівельної фірми проявляється в здатності її виробничого апарату і організаційної структури досить швидко перебудуватися під зміни ринкової кон'юнктури і характер основних економічних потоків. Зазвичай рівень адаптивності зростає у міру збільшення запасів і резервів. Але, підви-

шуючи адаптивність за рахунок збільшення запасів і резервів, слідує завжди враховувати кінцеву результативність ведення логістики, яка повинна забезпечити досягнення загальнофірмових, цілей з найменшими витратами (Стаханов, 1998).

Результати

В основі виготовлення продукції знаходиться та або інша технологія виробництва, яка визначає його собівартість і межі (діапазон) виробництва. Продукція слідує до споживачів, готових прийняти її від мінімально можливого обсягу до максимально необхідного, при цьому роль відіграють відпускні ціни і транспортні витрати.

У сучасних економічних умовах промислова продукція, що випускається повинна збуватися споживачам з урахуванням ринкового попиту, тобто ціну визначить ринок, однак «плаваючі» ціни слід орієнтувати на певні умови, які необхідно прогнозувати. Тому після виробництва продукції слід мати чітке уявлення про шляхи її руху, кількісних співвідношеннях, доцільності поставки в ефективні пункти з урахуванням вимог маркетингу.

Все назване вимагає конструювання таких моделей, які б відображали сутність системи, тобто охоплювали б всі наявні зони і сторони її функціонування, умови і обмеження. Критерієм оптимальності завдання залишається мінімізація сукупних витрат. Тут закладаються вимоги обліку міжсистемних зв'язків, логістичного і системотехнічного підходів у будівельній логістиці (Волков, Пшінько, Павлов, & Арутюнян, 2012). Значення системотехніки будівництва буде постійно зростати у зв'язку з необхідністю конструювання великої кількості різноманітних будівельних систем. Тому потрібен активний розвиток системотехніки будівництва як науково-інженерної методології ефективного проектування, конструювання, функціонування будівельних систем і міжсистемних зв'язків, що володіють великою різноманітністю і індивідуальністю.

Резерви вирішення більшості організаційно-технологічних проблем знаходяться в комплексі взаємозв'язків функціональних підсистем будівельної логістики, а не тільки на стиках і нічийних зонах окремих підсистем. Порухення системної методології привело до роз'єднаності

підходів в інформаційних та функціональних аспектах при вирішенні комплексу задач організаційно-технологічної підготовки, а також сумісності і єдиного знаменника (Арутюнян, 2011).

Таким чином, задача розміщення і розвитку виробництва є організаційно-технологічною проблемою, вирішення якої знаходиться на стиках і в нічийних зонах в комплексі взаємозв'язаних функціональних підсистем будівельної логістики. Для обліку впливу взаємозв'язності, взаємодії необхідне вміння розробити моделі адекватні умовам задачі, враховуючи інформаційну підтримку, міжсистемні зв'язки, взаємосприяючі досягненню системою кінцевого заданого результату (Гусаков, 2002).

На стиках і в нічийних зонах систем відбуваються небажані різні процедури:

- збої в роботі у зв'язку з відсутністю системного підходу;
- неконтрольовані дії;
- брак інформації і плутанина;
- інформаційна закритість;
- роз'єднаність в підходах і заплутаність;
- дублювання і перекривання один одного (учасників процесу);
- ворожість усередині системи з причини алогічних дій;
- суперечність нормативної бази;
- відсутність синергізму і адаптивності, порушення принципів логістики та системотехніки;
- незіставність, немає єдності середовища і сумісності, немає кризової інформаційної підтримки і ін. (все те, що створює труднощі) (Гусаков, А.А., 2002; Павлов И. Д., Арутюнян И. А., Павлов Ф. И., & Терех М. Д., 2016).

Складна структура систем, функціональна цілісність і стійкість єдності із зовнішнім середовищем складають основу гармонійного менеджменту, на основі загальна теорії впорядкованості, узгодженості, стійкості, стабільності, строгості всіх складових частин як усередині між собою, так і із зовнішніми функціями.

Проблема планування і розвитку будівельного виробництва вимагає її рішення з урахуванням міжсистемних зв'язків, які повинні відображати весь комплекс проблемних функціональних питань і знайти втілення в пропонованій аналітично-логістичної моделі процесу планування на принципах логістики.

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

Проблемні питання витікають (з'являються) при постановці задачі по визначенню оптимального варіанту розміщення обсягу виробництва, згідно відповідності до світових стандартів існує типова методика до рішення системотехнічних проблем, яка включає сім етапів.

Постановка задачі, розробка модель, метод рішення є основою алгоритму аналітично-логістичної моделі, яка носить інтегрований характер та мінімізує роз'єднаність між стиковими блоками (функціональними підсистемами). Для подолання асиметрії в моделюванні пропонується новий підхід, який на нашу думку, ліквідує, нейтралізує багато негативних питань (але не всі), приведених вище.

Таким чином, модель не повинна жорстко залежати від впливу окремих фактів, вона має бути універсальною, а всі зміни слід коректувати початковими даними і міжсистемні зв'язки

відбиваються (вписуються) в модель і її розмір залежить тільки від ширини обхвату залучених учасників.

Аналітично-логістична модель може мати вид матричного уявлення, рішення не є непереборною перешкодою. Сітьове представлення ситуації має лінійну природу, але останній варіант зв'язку з труднощами представлення задачі до канонічного вигляду, і як правило, різноманітність обмежень ($\leq, \geq, =$) істотно впливає на розмірність задачі і часто початкове перетворення зводиться до рішення М-задачі ЛП. Окрім названих труднощів має місце неможливості фізичного тлумачення задачі, а сітьова інтерпретація в цьому відношенні має переваги.

Розробка аналітично-логістичної моделі з урахуванням впливу міжсистемних зв'язків будівельної логістики (рис. 1).

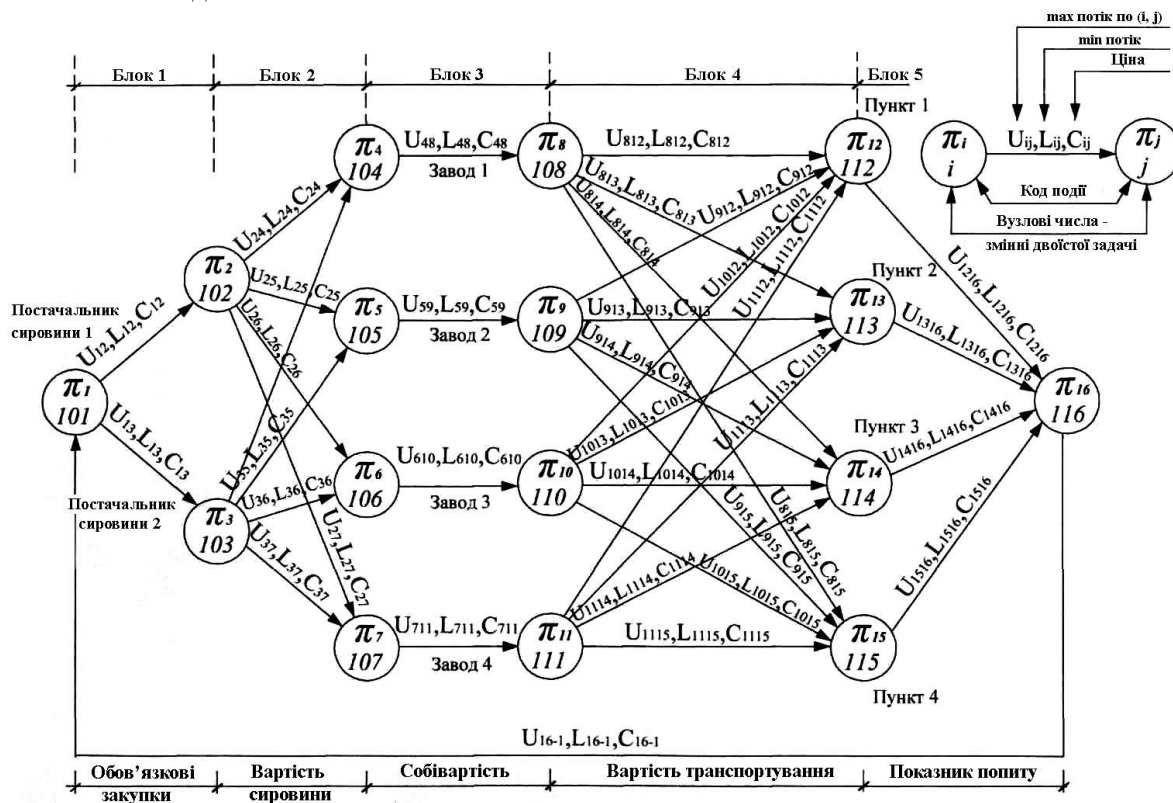


Рис. 1. Загальна аналітично-логістична модель виробництва і розподілу

Моделлю є орієнтований граф $G(U, A)$ має обмежену пропускну спроможність, тобто існують завжди задані верхні і нижні кордони матеріального потоку по всіх $(i, j) \in A$ і це обмеження не повинно порушуватися. Кордони зміни потоку можуть дорівнювати нулю або

нескінченності, тобто $f_{ij} \in [0, \infty]$, f_{ij} – матеріальний (дуговий) потік. Для постановки задачі використовуємо наступні позначення: f_{ij} – дуговий матеріальний потік, L_{ij} – нижня пропускну спроможність дуги (i, j) , F_{ij} – верхня пропускну спроможність дуги (i, j) , C_{ij} – вартість одиниці потоку з i у вузол j .

Спільне завдання може бути сформульоване у вигляді спеціальної задачі програмування.

Наукова новизна та практична значимість

Таким чином, завдання розвитку виробництва розглядатиметься як підсистема загальної системи організаційно-технологічної підготовки виробництва, і її реалізація здійсниться на базі сучасних економіко-математичних методів і моделей і ПЕОМ, матиме моделюючу наскрізну спільну інформаційну підтримку.

Така модель відбиває усі зв'язки і стосунки, що утворюють цілісну єдність, важливі для конкретних споживачів (вузлів). Рішення задачі полягає у визначенні таких потоків по дугах (f_{ij}), які визначають оптимальне рішення, тобто сумарна вартість проходження потоку (продукту) має бути мінімальна.

Висновки

В результаті виконаного дослідження по розміщенню, і розвитку, і інтеграції виробництва запропонований новий підхід до розробки моделі у складі підготовки будівельного виробництва. З урахуванням чинників (інвестиції, матеріальні потоки, трудові ресурси, інформація, фінансові ресурси) при розробці системи організаційно-технічного розвитку будівельного виробництва очікується результат ефективного розподілу і управління матеріальними, інформаційними і фінансовими потоками, що значною мірою визначає ефективність їх управління і необхідність скорочення тимчасових інтервалів між придбанням будівельних матеріалів і введенням об'єктів в експлуатацію.

Основні складові висновків зводяться до наступного:

1. Розроблена модель управління організаційно-технічного розвитку виробництва, заснована на можливостях обліку міжсистемних зв'язків, дозволяє вирішувати проблему в єдиній системі, що охоплює найважливіші зв'язки усіх її учасників.

2. Наукова новизна запропонованого методу полягає в конструюванні моделі, що відбиває єдність усього міжсистемного циклу: сировина – транспорт – виробництво – розподіл – попит – плаваючі ціни.

3. Розроблена модель довела високу працездатність, зняла усі труднощі в практичній реалізації завдань організаційно-технічного розви-

тку будівельного виробництва, метод можна використати для вирішення аналогічних проблем в інших галузях України.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Jonsons, J. C., & Wood, D. F. (2007). *Contemporary Logistics*. New York: MacMillan.
- Арутюнян І. А. (2011). *Управління формуванням логістичних систем функціонування будівельного виробництва*. Запоріжжя: ЗДІА.
- Волков, В. П., Пшінько, О. М., Павлов, І. Д., & Арутюнян І. А. (2012). *Управління логістичними системами*. Запоріжжя: Запорізький національний університет.
- Гусаков, А. А. (2002). *Системотехника строительства*. Москва: Фонд «Новое тысячелетие».
- Дикман, Л. Г. (2006) *Организация строительного производства*. Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов.
- Денисенко, М. П., Левковець, П. Р., & Михайлова, Л. І. (2010). *Организация та проектування логістичних систем*. Київ: Центр учбової літератури.
- Кирнос, В. М., Залуний, В. Ф., & Дадиверина, Л. Н. (2005). *Организация строительства*. Днепропетровск: Пороги.
- Стаханов, В. Н. (1998). *Логистическая организация капитального строительства*. Ростов-на-Дону: Ростовский государственный строительный университет.
- Павлов І, Арутюнян І., & Павлов Ф. (2010). Системотехнічне управління логістичними потоками будівельного виробництва. *Вісник СНУ ім. В. Даля*. 4 (146), 1, 98-102.
- Павлов, І. Д., Арутюнян, І. А., Павлов, Ф. І., & Терех, М. Д. (2016). Системологія в розвитку і управлінні виробничими системами. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*, 2 (215). 37-45.
- Павлов, І. Д., & Радкевич А. В. (2003). *Оптимальні моделі організації будівельного виробництва*. Запоріжжя: ЗДІА.
- Пшінько, А. Н., & Арутюнян, І. А. (2011). Современные системы управления строительным производством. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*, 6(7), 22-29.
- Пшінько, О. М., Павлов, І. Д. & Арутюнян, І. А. (2011). Основи організаційної підготовки розвитку будівельного виробництва. *Комунальне господарство міст*, 101, 91-96.
- Радкевич, А. В., & Арутюнян, І. А. (2013). Инновационные подходы к организации и управлению материальными потоками строительного комплекса. *Наука та прогрес транспорту*, 4 (46), 145-152.

I. A. ARUTIUNIAN^{1*}, YE. E. ARUTIUNIAN²

^{1*} Department of Industrial and Civil Engineering, Zaporizhzhia National University, 226 Sobornyi ave., Zaporizhzhia, Ukraine, 69006, tel. +38 (066) 900 78 28, e-mail iranaarutunan@gmail.com, ORCID 0000-0002-5049-3742

² Department of Urban Engineering and Development, Zaporizhzhia National University, 226 Sobornyi ave., Zaporizhzhia, Ukraine, 69006, tel. +38 (095) 599 11 56, e-mail arytynyanevgen@gmail.com, ORCID 0000-0002-0502-6651

OPTIMIZATION OF CONSTRUCTION PRODUCTION DUE TO SYSTEM-TECHNICAL AND LOGISTIC APPROACHES

Goal. Study of methodological and practical aspects of the development and functioning of the construction industry using the platform of logistics and systems engineering tools as a modern basis for solving organizational and technological problems, taking into account the transformation of market conditions in the construction sector. **Methodology.** Construction plays an important role in the complex economic system of Ukraine. The current state of construction requires significant changes and reforms, which are able to activate the development of one of the most significant sectors of the country. The way out of the difficult situation is the use of modern approaches on the platform of logistics tools and systems engineering, this will lead to an improvement in the organization of construction production, due to effective management of material flows, and will make it possible to reduce the production cost of construction and installation works, and timely commissioning of facilities. **Results.** This work reflects the scientifically substantiated results of the introduction of logistics and systems engineering as modern innovative platforms for solving organizational and technological problems of increasing the efficiency of the construction sector. The management of the triad of construction processes (organization, technology, economics) is determined, taking into account the logistic and systems-technical approaches. **Scientific novelty.** A theoretical and methodological direction has been formed, on the basis of a modern tool of Logistics and Systems Engineering, for solving organizational and technological problems of construction production, taking into account the effective management of material flows, which allows to reduce the production cost of construction and installation works and timely commissioning of facilities. The presented model reflects the unity of the entire intersystem cycle: raw materials – transport – production – distribution – demand – floating prices. **Practical significance.** The use of modern approaches on the platform of logistics and systems engineering tools, which makes it possible to form a mechanism for choosing rational management approaches aimed at solving organizational and technological problems of construction production taking into account the transformation of market conditions. The model has proven its high efficiency, removed all difficulties in the practical implementation of the tasks of organizational and technical development of construction production, the method can be used to solve similar problems in other regions of Ukraine.

Keywords: construction industry; logistics; systems engineering; construction logistics; construction production; organizational and technological tasks; streams

REFERENCES

- Jonsons, J. C., & Wood, D. F. (2007). *Contemporary Logistics*. New York: MacMillan. (in English)
- Arutiunian I. A. (2011). *Upravlinnia formuvanniam lohistrychnykh system funktsionuvannia budivelnogo vyrobnytstva*. Zaporizhzhia: ZDIA. (in Ukrainian)
- Volkov, V. P., Pshinko, O. M., Pavlov, I. D., & Arutiunian I.A. (2012). *Upravlinnia lohistrychnymy systemamy*. Zaporizhzhia: Zaporizkyi natsionalnyi universytet. (in Ukrainian)
- Gusakov, A. A. (2002). *Sistemotekhnika stroitelstva*. Moskva: Fond «Novoe tysyacheletie». (in Russian)
- Dikman, L. G. (2006) *Organizatsiya stroitel'nogo proizvodstva*. Moskva: Izdatelstvo Assotsiatsii stroitelnykh vuzov. (in Russian)
- Denysenko, M. P., Levkovets, P. R., & Mykhailova, L. I. (2010). *Orhanizatsiia ta proektuvannia lohistrychnykh system*. Kyiv: Tsentri uchbovoi literatury. (in Ukrainian)
- Kirnos, V. M., Zalunin, V. F., & Dadiverina, L. N. (2005). *Organizatsiya stroitelstva*. Dnepropetrovsk: Porogi. (in Russian)
- Stakhanov, V. N. (1998). *Logisticheskaya organizatsiya kapital'nogo stroitelstva*. Rostov-na-Donu: Rostovskiy gosudarstvennyy stroitelnyy universitet. (in Russian)
- Pavlov I, Arutiunian I., & Pavlov F. (2010). Systemotekhnichne upravlinnia lohistrychnymy potokamy budivelnogo vyrobnytstva. *Visnyk SNU im. V. Dalia*. 4 (146), 1, 98-102. (in Ukrainian)

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

Pavlov, Y. D., Arutiunian, Y. A., Pavlov, F. Y., & Terekh, M. D. (2016). Systemolohyia v razvytyy u upravlenyy proizvodstvennyimi systemamy. *Visnyk Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury*, 2 (215). 37-45. (in Ukrainian)

Pavlov, I.D., & Radkevych A.V. (2003). *Optymalni modeli orhanizatsii budivelnoho vyrobnytstva*. Zaporizhzhia: ZDIA. (in Ukrainian)

Pshynko, A. N., & Arutiunian, Y. A. (2011). Sovremennyye sistemy upravleniya stroitelnyim proizvodstvom. *Visnyk Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury*, 6(7), 22-29. (in Ukrainian)

Pshinko, O. M., Pavlov, I. D. & Arutiunian, I. A. (2011). Osnovy orhanizatsiinoi pidhotovky rozvytku budivelnoho vyrobnytstva. *Komunalne hospodarstvo mist*, 101, 91-96. (in Ukrainian)

Radkevich, A. V., & Arutyunyan, I. A. (2013). Innovatsionnye podkhody k organizatsii i upravleniyu materialnymi potokami stroitelnoho kompleksa. *Nauka ta prohres transportu*, 4 (46), 145-152. (in Russian)

Надійшла до редколегії 22.02.2021.

Прийнята до друку 22.03.2021.