

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

УДК 658.5:69

І. А. АРУТЮНЯН^{1*}, М. Г. КОВАЛЕНКО²

^{1*} Кафедра «Промислове та цивільне будівництво», Запорізькій 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 «Промислове та цивільне будівництво», Запорізькій національний університет, вул. Соборний, 226, Запоріжжя, Україна, 69006, тел. +38 (096) 076 00 59, ел. пошта kmg.zp.city@gmail.com, ORCID 0000-0002-8044-5792

СКЛАДАННЯ ЦІЛЬОВОЇ ФУНКЦІЇ НА ПОСТАЧАННЯ МАТЕРІАЛЬНИХ РЕСУРСІВ В БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ З ВРАХУВАННЯМ ФІЗИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

Мета. Складання формули цільової функції на визначення вартості транспортування матеріальних ресурсів від постачальника до споживача (будівельного майданчика) з врахуванням можливості втрати матеріальних ресурсів свої початкових фізичних величин, що призводить до збільшення собівартості транспортування матеріальних ресурсів та всього об'єкту будівництва. **Методика.** Проаналізувавши існуючі алгоритми на визначення цільової функції на постачання матеріальних ресурсів від постачальника до споживача, було зроблено висновок, що існуючі алгоритми не враховують всіх особливостей будівельної галузі, особливо можливості втрати матеріальними ресурсами своїх фізичних характеристик, а тому виникає необхідність у складанні цільової функції, яка б давала можливість визначити вартість транспортування матеріальних ресурсів з можливістю повторного або ж часткового постачання матеріальних ресурсів. **Результати.** Результатами даної роботи є аналіз графіків на постачання матеріальних ресурсів від постачальника до споживача з врахуванням можливості виходу графіку за максимальний та мінімальний час транспортування матеріальних ресурсів. Була складена цільова функція на постачання матеріальних ресурсів від постачальника до споживача, з можливістю врахування повторного постачання матеріальних ресурсів або ж часткового повторного постачання. **Наукова новизна.** Даний алгоритм визначення цільової функції на постачання матеріальних ресурсів з можливістю втрати ними фізичних показників в будівельній галузі розроблено вперше. **Практична значимість.** Даний алгоритм дає змогу визначити реальну цільову функцію постачання матеріальних ресурсів на будівельний об'єкт з додатковими витратами від втрати матеріальними ресурсами своїх фізичних показників.

Ключові слова: транспортування матеріальних ресурсів; цільова функція; додаткові витрати; детерміновані фактори; недетерміновані фактори

Вступ

Забезпечення матеріальними ресурсами будівельних об'єктів є складною системою взаємозв'язків між постачальником матеріальних ресурсів та споживачем, в ролі якого зазвичай виступає будівельний майданчик. Необхідно зазначити, що саме будівельний майданчик є кінцевим споживачем, а не об'єкт будівництва, оскільки на одному будівельному майданчику може бути не один, а декілька об'єктів будівництва, а також допоміжні споруди.

Оскільки постачання матеріальних ресурсів відбувається протягом всього циклу будівництва об'єкта, цей процес є невід'ємною складовою витрат вартості будівництва об'єкту. В свою чергу можна сказати, що зменшення собіварто-

сті складових витрат на постачання матеріальних ресурсів призводить до зменшення повної вартості будівельного об'єкту (Волков, Пшінько, Павлов, & Арутюнян, 2012).

В роботах Арутюнян, & Коваленко, (2020a; 2020b) було розглянуто велику кількість детермінованих та недетермінованих факторів, що напряму чи дотично впливають на час транспортування матеріальних ресурсів і, як наслідок, впливають на повну вартість постачання матеріальних ресурсів від постачальника до споживача.

Оскільки будівельна галузь представляє собою окрему екосистему, необхідно враховувати її особливості (Арутюнян, & Коваленко, 2019; Arutiunian, Radkevich, Kuznetsov, Kovalenko, & Skrzyniarz, 2021), а саме необхідність у транспортуванні матеріальних ресурсів в певний

проміжок часу, що в свою чергу викликає необхідність у врахуванні мінімального та максимального часу транспортування матеріальних ресурсів.

Це пов'язано з тим, що матеріальні ресурси можуть мати обмежений час транспортування. Наприклад, у бетонній суміші мінімальний час транспортування не може бути раніше, а ніж будуть виконані підготовчі роботи (монтаж опалубки, укладка арматури, обігрів бетонної суміші тощо). Максимальний час транспортування бетонної суміші не може бути більший, ніж заданий заводом виробником. Оскільки великий час транспортування призводить до втрати нею необхідних показників жорсткості та рухомості, а додавання більшої кількості води призводить до втрати нею необхідних показників міцності.

Це призводить до необхідності складання алгоритму на визначення цільової функції вартості постачання матеріальних ресурсів з врахуванням можливості повної втрати матеріальних ресурсів їхніх фізичних показників.

Мета

Складання алгоритму на визначення цільової функції вартості постачання матеріальних ресурсів від постачальника до споживача з врахуванням можливої втрати матеріальними ресурсами необхідних фізичних показників і, як наслідок, необхідність врахування у алгоритмі додаткових витрат на їх повне або часткове повторне постачання.

Методика

Для визначення факторів, що впливають на час транспортування матеріальних ресурсів, слугували наукові роботи авторів Павлов І. Д., Радкевич А. В., Мітюгін В. А., Пишний В. А., Емельянова Т. С. та інші, в яких розглянуто детерміновані та недетерміновані фактори (Емельянова, 2007; Курейчик, & Емельянова, 2008; Смирнова, 2008; Казаков, & Лемперт, 2011; Плотников, & Подвальный, 2012; Агурев, Митюгін, & Пышный, 2014; Радкевич, & Арутюнян, 2014), що впливають на час транспортування матеріальних ресурсів та на кінцеве значення цільової функції.

Основою є вже складені алгоритми (Александров, & Якушев, 2006; Бронштейн, &

Заико, 2010; Левин, 2012; Гладков, Л. А., & Гладкова, Н. В., 2013) визначення вартості транспортування різних типів ресурсів від постачальника до споживача, необхідно зазначити, що перш за все данні алгоритми не враховують всіх особливостей будівельної галузі, а лише свідчать, що в разі затримки додаткові витрати, що виникають при цьому, можливо врахувати за допомогою одного з наведених способів. Але враховуючи особливості будівельної галузі, необхідно зазначити, що вони не враховують всіх її особливостей, особливо можливості втрати матеріальними ресурсами, що постачаються, початкових фізичних характеристик, що в свою чергу призводить до необхідності повторної поставки матеріальних ресурсів і, як наслідок, збільшення собівартості цільової функції та всього об'єкту будівництва.

В даній статі буде складено цільову функцію визначення вартості транспортування матеріальних ресурсів від постачальника до споживача (будівельного майданчика) з врахуванням втрати матеріальними ресурсами необхідних (вихідних) фізичних характеристик.

Результати

Проаналізувавши існуючі моделі задачі транспортування матеріальних ресурсів від постачальника до споживача в динамічній постановці роботи (Беллман, 1960; Емельянова, 2007; Курейчик, & Емельянова, 2008; Кажаров, & Курейчик, 2013; Косенко, 2017) було виявлено наступні недоліки даного алгоритмів. По-перше, вони розглядали загальні моделі, тобто, алгоритм розподілення матеріальних ресурсів не враховував особливості тієї чи іншої галузі, в нашому випадку, це будівельна галузь; по-друге, дані алгоритми не враховували параметри матеріальних ресурсів, транспортування яких відбувається, а тому немає граничних обмежень максимального та мінімального часу транспортування пов'язаних з життєвим циклом матеріальних ресурсів.

В роботах Курейчик, & Емельянова, (2008) Кажаров, & Курейчик, (2013), Радкевич, & Арутюнян, (2014), Арутюнян, & Коваленко, (2020a), Arutiunian, Radkevich, Kuznetsov, Kovalenko, & Skrzyniarz, (2021) було розглянуто випадки перетину графіків транспортування матеріальних ресурсів та початку використання матеріальних ресурсів. Розглядалися випадки,

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

при яких певний перетин цих графіків може призвести до зменшення або збільшення вартості цільової функції на постачання матеріальних ресурсів і, як наслідок, до збільшення собівартості об'єкту будівництва.

Дана цільова функція враховувала вплив детермінованих та недетермінованих факторів, що можуть впливати на час транспортування матеріальних ресурсів.

В даних роботах не розглядалися випадки, при яких графік постачання матеріальних ресурсів виходить за межі максимального та мінімального часу використання будівельних матеріалів.

Для складання цільової функції на постачання матеріальних ресурсів від постачальника до споживача з врахуванням максимального та мінімального часу використання будівельних матеріалів розглянемо графіки на постачання та споживання цих ресурсів.

Для того, щоб визначити додаткові витрати від повторного транспортування матеріальних ресурсів, якщо життєвий цикл матеріалу вишшов, розглянемо випадки, при яких графік на постачання матеріальних ресурсів та графік на використання цих матеріалів виходять за межі максимального та мінімального часу транспортування. Перш за все сформулюємо ідеальну модель на постачання матеріальних ресурсів від постачальника до споживача, з врахуванням мінімального та максимального часу транспортування матеріальних ресурсів.

Якщо i – ідеальна точка постачання матеріальних ресурсів, тоді j – ідеальна точка початку використання матеріальних ресурсів.

Максимальний час (t_{max}) транспортування матеріальних ресурсів та мінімальний час (t_{min}) початку використання матеріальних ресурсів виразимо у вигляді меж, перетин яких може призвести до додаткових витрат.

Тоді час транспортування матеріальних ресурсів буде мати залежність $\tau_{0i}(t)$, а довжина маршруту буде складати $v_{0i}(S)$.

В ідеальному випадку, кінцева точка постачання матеріальних ресурсів повинна дорівнювати початковій точці початку використання матеріальних ресурсів, тобто $\tau_i(t) = \tau_j(t)$. У такому випадку всі матеріальні ресурси будуть використані до настання максимального часу (t_{max}) їх використання.

Даний графік зображено на рис. 1.

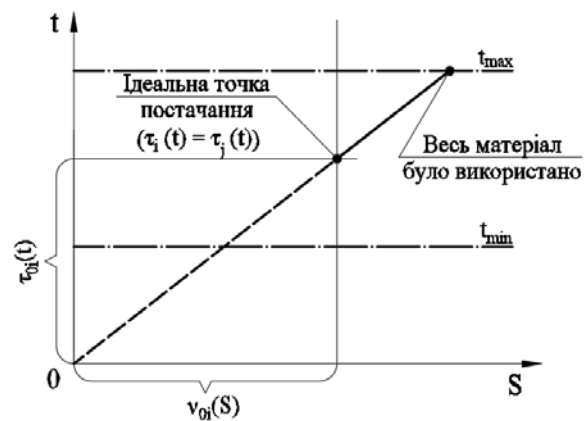


Рис. 1. Ідеальний графік на постачання та використання матеріальних ресурсів

Розглянемо три основних випадки перетину точки кінця постачання матеріальних ресурсів та точки початку їх використання максимального та мінімального часу використання матеріалу.

Першим розглянемо випадок, коли транспортування матеріальних ресурсів відбулося раніше мінімального часу їх використання, тобто $\tau_i(t) < t_{min}$ і $\tau_i(t) \neq \tau_j(t)$, тобто матеріальні ресурси прийшли раніше ніж будівельний майданчик може їх прийняти. Даний графік зображено на рис. 2.

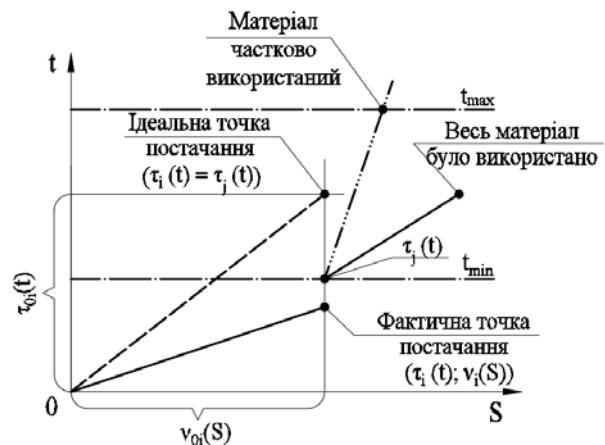


Рис. 2. Постачання матеріальних ресурсів відбулося раніше мінімального часу постачання

Основою на даному графіку, можливо зробити висновок, що можуть бути два випадки матеріальних збитків. В першому випадку, якщо час життєвого циклу матеріальних ресурсів (t_{mat}) закінчився раніше, а ніж період очікування використання матеріальних ресурсів $\tau_{ij}(t)$, то необхідно виконати повторне постачання мате-

ріальних ресурсів. Якщо ж час життєвого циклу матеріальних ресурсів більший за період очікування $t_{mat} > \tau_{ij}(t)$, то можливе часткове, а не повне, використання матеріальних ресурсів, і зменшення матеріальних ресурсів.

Під частковим використанням матеріальних ресурсів на увазі мається випадок, коли матеріальні ресурси прибули раніше запланованого часу, а будівельний майданчик може прийняти їх або частково або повністю. В цьому випадку додаткові витрати на повторне транспортування матеріальних ресурсів будуть приблизитися до мінімуму або їх зовсім не буде (у випадку, коли всі матеріальні ресурси були реалізовані до настання максимальної точки життєвого циклу матеріальних ресурсів).

Другим розглянемо варіант, коли кінцева точка постачання матеріальних ресурсів відбулася пізніше максимального можливого часу їх транспортування, тобто $\tau_i(t) > t_{max}$. У цьому випадку час транспортування $\tau_{0i}(t)$ був більший за час життєвого циклу матеріальних ресурсів (t_{mat}), що в свою чергу призводить до втрати ними необхідних показників і виникає необхідність у повторній поставці матеріальних ресурсів. Даний графік показано на рис. 3.

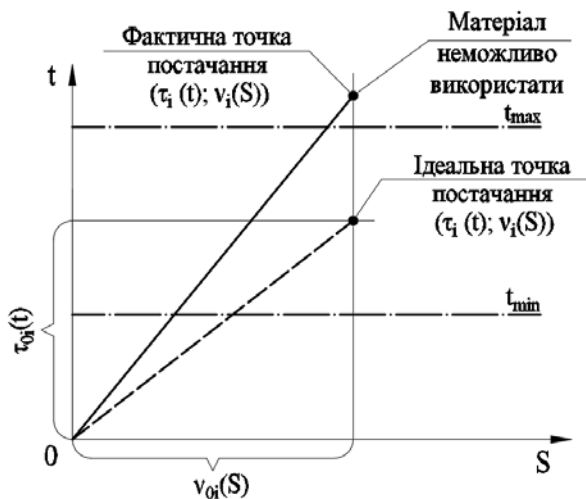


Рис. 3 Постачання матеріальних ресурсів відбулося пізніше максимального часу транспортування матеріальних ресурсів

Третім розглянемо варіант, коли постачання матеріальних ресурсів було виконано вчасно, але через різні детерміновані та недетерміновані фактори початок використання матеріальних ресурсів відбувається пізніше, тобто $\tau_i(t) \ll \tau_j(t)$. Даний графік було зображено на рис. 4.

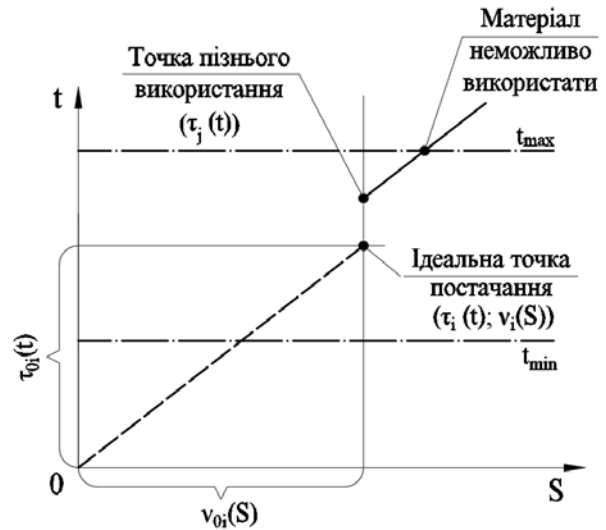


Рис. 4 Постачання матеріальних ресурсів відбулося вчасно, але точка початку їх використання набагато пізніше

У такому випадку можливо два варіанти розвитку збитків від втрати матеріальними ресурсами своїх фізичних показників.

У першому випадку, якщо точка початку використання матеріальних ресурсів $\tau_j(t)$ наступила пізніше максимального часу їх використання t_{max} , тобто $\tau_j(t) > t_{max}$, то час життєвого циклу матеріальних ресурсів (t_{mat}) закінчився, що призводить до потворного постачання матеріальних ресурсів.

У другому випадку, точка початку використання матеріальних ресурсів знаходиться в межі максимального часу їх використання $\tau_i(t) \ll \tau_j(t) < t_{max}$, а тому є можливість часткового або повного їх використання, що зменшить збитки від повторного постачання матеріальних ресурсів.

Проаналізувавши графіки на постачання матеріальних ресурсів та початку використання матеріальних ресурсів, що виходять за межі максимального часу (t_{max}) транспортування матеріальних ресурсів та мінімального часу (t_{min}) початку використання матеріальних ресурсів, ми маємо два випадки додаткових витрат при транспортуванні будівельних матеріалів.

В першому випадку необхідна повне повторне постачання матеріальних ресурсів, у другому випадку необхідно лише часткове постачання матеріальних ресурсів. Не зважаючи на це, вартість транспортування повної кількості матеріальних ресурсів чи їх частини буде однаковою.

В ідеальному випадку, цільова функція на постачання матеріальних ресурсів від постачальника до будівельного майданчика матиме вигляд:

$$L(x) = C_1 t_1 m + C_2 t_2 + C_3 m \quad (1)$$

де C_1 – вартість транспортування одиниці матеріальних ресурсів на одинцю часу;

C_2 – вартість простою транспортного засобу, що постачає матеріальні ресурси, від моменту доставки до моменту повного розвантаження;

C_3 – вартість матеріальних ресурсів на одиницю матеріалу;

t_1 – час транспортування матеріальних ресурсів від постачальника до будівельного майданчика;

t_2 – час простою транспортного засобу від моменту доставки до моменту повного розвантаження;

m – кількість матеріальних ресурсів, що доставляється від постачальника до споживача.

Дана цільова функція складена у випадку, коли точки кінця постачання матеріальних ресурсів відповідає точці початку їх використання, коли ми маємо лише одну поставку матеріальних ресурсів і не має необхідності по частковій або повній повторній поставці матеріальних ресурсів.

Для того, щоб врахувати часткову поставку матеріальних ресурсів, введемо додаткові змінну n , що відобразить кількість матеріальних ресурсів, що була використана і не потребує повторної поставки, тоді не використані матеріальні ресурси, які будуть повторно доставлятися будуть дорівнювати $(m-n)$.

Також, введемо змінну k , яка буде приймати значення нуль чи один, в залежності від того, чи була повторна поставка матеріальних ресурсів або її не було.

У такому випадку цільова функція буде мати вигляд:

$$L(x) = C_1 t_1 m + C_2 t_2 + C_3 m + k(m-n)(C_1 t_1 + C_3) \quad (2)$$

Дана цільова функція може відобразити збитки від часткової або повної втрати матеріальними ресурсами необхідних фізичних показників, і як наслідок, необхідності у повторній поставці матеріальних ресурсів.

Наукова новизна та практична значимість

Полягає у визначенні цільової функції на постачання матеріальних ресурсів від постачальника до споживача з врахуванням втрати матеріальних ресурсів їх початкових фізичних характеристик, що дає змогу в повній мірі оцінити можливі втрати від несвоєчасного постачання матеріальних ресурсів, та як наслідок збільшення собівартості цільової функції та всього об'єкту будівництва.

Висновки

Розглянувши існуючі моделі на транспортування матеріальних ресурсів від постачальника до споживача, а саме будівельного майданчика чи об'єкту будівництва, було зроблено висновок, що цільові функції даних алгоритмів не включають в себе можливості врахування повторної або часткової поставки матеріальних ресурсів, через можливість втрати ними необхідних фізичних показників (враховуючи особливості будівельної галузі), на що в свою чергу впливають різні детерміновані та недетерміновані фактори при транспортуванні матеріалів.

Було виконано аналіз можливих випадків перетину графіку постачання матеріальних ресурсів та початку їх використання за межі максимального та мінімального часу транспортування. Виходячи з цього, можна сказати, що в випадках, коли точка постачання матеріальних ресурсів наближалася до мінімального часу транспортування, є можливість використання матеріальних ресурсів, без втрати ними необхідних фізичних показників, або ж лише часткова втрата матеріальних ресурсів.

Це впливає на величину цільової функції (зменшення збитків), і як наслідок, на зменшення повної вартості об'єкту будівництва.

Складена цільова функція на постачання матеріальних ресурсів дає можливість врахування повторного постачання матеріальних ресурсів, або, при необхідності, лише частини зіпсованих матеріальних ресурсів.

Для зменшення вартості транспортування матеріальних ресурсів від постачальника до споживача з врахуванням можливої втрати ними фізичних показників, рекомендується робити запас в часі, таким чином, щоб кінцева точка постачання приближалася до мінімального часу транспортування матеріальних ресурсів.

Одним з недоліків складеної цільової функції необхідно є те, що вона складена на одиничну поставку, тобто у випадку, коли постачання матеріальних ресурсів виконується не одним транспортним засобом, а великою кількістю, виникає необхідність складання цільової функції для кожного транспортного засобу окремо, що в свою чергу ускладнює підрахунок повної цільової функції на постачання матеріальних ресурсів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Arutiunian, I., Radkevich, A., Kuznetsov, V., Kovalenko, M., & Skrzyniarz, M. (2021). *Setting Dynamic Problem of Logistic Support of Building Objects by Material Resources Taking into Account Random Factors Affecting Transportation Timing*. *Transport means-2021*, III, 1080-1084.
- Агуреев, И. Е., Митюгин, В. А., & Пышный, В. А. (2014). Подготовка и обработка исходных данных для математического моделирования автомобильных транспортных систем. *Известия ТулГУ. Технические науки*, 119-127.
- Александров, А. Э., & Якушев, Н. В. (2006). Стохастическая постановка динамической транспортной задачи с задержками с учетом случайного разброса времени доставки и времени потребления. *Управление большими системами*, 5-14.
- Арутюнян, И. А., & Коваленко, М. Г. (2019). Особливості програмування задач оптимізаційно-організаційних процесів в будівництві за рахунок логістичних методів. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*, 39, 114-119.
- Арутюнян, И. А., & Коваленко, М. Г. (2020а). Алгоритм та методика вирішення задачі забезпечення будівельних об'єктів матеріальними ресурсами з врахуванням впливу часових факторів. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*, 17, 13-21.
- Арутюнян, И. А., & Коваленко, М. Г. (2020б). Детерміновані та недетерміновані фактори, що впливають на вихідні умови задач оптимізаційно-організаційних процесів будівельного виробництва. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*, 43, 59-66.
- Беллман, Р. (1960). *Динамическое программирование*. Москва: Издательство иностранной литературы.
- Бронштейн, Е. М., & Заико, Т. А. (2010). Детерминированные оптимизационные задачи транспортной логистики. *Автоматика и телемеханика*, 10, 133-147.
- Волков, В. П., Пшінько, О. М., Павлов, І. Д., & Арутюнян, І. А. (2012). *Управління логістичними системами*. Запоріжжя: Запорізький національний університет.
- Гладков, Л. А., & Гладкова, Н. В. (2013). Особенности и новые подходы к решению динамических транспортных задач с ограничением по времени. *Известия ЮФУ. Технические науки*, 7(144), 178-187.
- Емельянова, Т. С. (2007). Анализ методов решения нелинейных транспортных задач. *Перспективные информационные технологии и интеллектуальные системы*, 1(29), 38-49.
- Кажаров, А. А., & Курейчик, В. М. (2013). *Классификация и критерии оптимизации задачи маршрутизации автотранспорта*. Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте, 2, 879-886.
- Казаков, А. Л., & Лемперт, А. А. (2011). Об одном подходе к решению задач оптимизации, возникающих в транспортной логистике. *Автоматика и телемеханика*, 7, 50-57.
- Косенко, О. В. (2017). *Разработка методов и алгоритмов решения многоиндексных распределительных задач в условиях неопределённости*: дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук (05.13.01). Институт радиотехнических систем и управления, Таганрог.
- Курейчик, В. М., & Емельянова, Т. С. (2008). *Решение транспортных задач с использованием комбинированного генетического алгоритма*. Одиннадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2008, 1, 158-164.
- Левин, В. И. (2012). Методы оптимизации систем в условиях интервальной неопределенности параметров. *Информационные технологии*, 4, 52-59.
- Плотников, О. А., & Подвальный, Е. С. (2012). Разработка меметического алгоритма для решения задач оптимального планирования грузоперевозок. *Вестник ВГТУ*, 10-1, 19-24..
- Радкевич, А. В., & Арутюнян, И. А. (2014). Организация системы материального обеспечения строительства. *Наука та прогрес транспорту*, 3(51), 146-159.
- Смирнова, К. А. (2008). Понятие неопределенности экономических систем и подходы к ее оценке. *Вестник МГТУ*, 11(2), 241-246.

I. A. ARUTIUNIAN^{1*}, M. G. KOVALENKO²

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

² Department of Industrial and Civil Engineering, Zaporizhzhya National University, Sobornyj ave., 226, Zaporizhzhya, Ukraine, 69006, tel. +38 (066) 900 78 28, e-mail of iranaarutunan@gmail.com, ORCID 0000-0002-5049-3742

DETERMINATION OF TARGET FUNCTION FOR SUPPLY OF MATERIAL RESOURCES IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY CONSIDERING THE PHYSICAL CONDITIONS

Purpose. Compilation of the formula of the objective function to determine the cost of transportation of material resources from supplier to consumer (construction site) taking into account the possibility of loss by material resources of their initial physical qualities, which increases the cost of transportation of material resources and the entire construction. **Methodology.** After analyzing the existing algorithms for determining the target function for the supply of material resources from supplier to consumer, it was concluded that existing algorithms do not take into account all the features of the construction industry, especially the possibility of loss by material resources of their physical characteristics. The need arises for a target function compilation that would make it possible to determine the cost of transportation of material resources with the possibility of repeated or partial supply of material resources. **Findings.** The results of this work are the analysis of schedules for the supply of material resources from supplier to consumer, taking into account the possibility of the schedule to go beyond the maximum and minimum time of transportation of material resources. There was a complex target function was compiled for the supply of material resources from supplier to consumer, with the possibility of taking into account the re-supply of material resources, or partial re-supply. **Scientific originality.** This algorithm for determining the target function for the supply of material resources with the possibility of losing their physical qualities in the construction industry was developed for the first time. **Practical value.** This algorithm allows to determine the real target function of supply of material resources to the construction site with additional costs from the loss of material resources of their physical qualities.

Keywords: transportation of material resources; target function; additional costs; deterministic factors; non-deterministic factors

REFERENCES

- Arutiunian, I., Radkevich, A., Kuznetsov, V., Kovalenko, M., & Skrzyniarz, M. (2021). *Setting Dynamic Problem of Logistic Support of Building Objects by Material Resources Taking into Account Random Factors Affecting Transportation Timing*. *Transport means-2021*, III, 1080-1084. (in English)
- Agureev, I. Ye., Mityugin, V. A., & Pyshnyy, V. A. (2014). Podgotovka i obrabotka iskhodnykh dannykh dlya matematicheskogo modelirovaniya avtomobilnykh transportnykh sistem. *Izvestiya TulGU. Tekhnicheskie nauki*, 119-127. (in Russian)
- Aleksandrov, A. E., & Yakushev, N. V. (2006). Stokhasticheskaya postanovka dinamicheskoy transportnoy zadachi s zaderzhkami s uchetom sluchaynogo razbroa vremeni dostavki i vremeni potrebleniya. *Upravlenie bolshimi sistemami*, 5-14. (in Russian)
- Arutiunian, I. A., & Kovalenko, M. H. (2019). Osoblyvosti prohramuvannia zadach optymizatsiino-orhanizatsiinykh protsesiv v budivnytstvi za rakhunok lohystychnykh metodiv. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*, 39, 114-119. (in Ukrainian)
- Arutiunian, I. A., & Kovalenko, M. H. (2020a). Alhorytm ta metodyka vyrishennia zadachi zabezpechennia budivnykh obektiv materialnymi resursamy z vrakhuvanniam vplyvu chasovykh faktoriv. *Mosty ta tuneli: teoriia, doslidzhennia, praktyka*, 17, 13-21. (in Ukrainian)
- Arutiunian, I. A., & Kovalenko, M. H. (2020b). Determinovani ta nedeterminovani faktory, shcho vplyvaiut na vykhidni umovy zadach optymizatsiino-orhanizatsiinykh protsesiv budivelnogo vyrobnytstva. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*, 43, 59-66. (in Ukrainian)
- Bellman, R. (1960). *Dinamicheskoe programmirovaniye*. Moskva: Izdatelstvo inostrannoy literatury. (in Russian)
- Bronshteyn, Ye. M., & Zaiko, T. A. (2010). Determinirovannyye optimizatsionnyye zadachi transportnoy logistiki. *Avtomatika i telemekhanika*, 10, 133-147. (in Russian)

- Volkov, V. P., Pshinko, O. M., Pavlov, I. D., & Arutiunian, I. A. (2012). *Upravlinnia lohistychnymy systemamy. Zaporizhzhia: Zaporizkyi natsionalnyi universytet.* (in Ukrainian)
- Gladkov, L. A., & Gladkova, N. V. (2013). Osobennosti i novye podkhody k resheniyu dinamicheskikh transportnykh zadach s ogranicheniem po vremeni. *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki*, 7(144), 178-187. (in Russian)
- Yemelyanova, T. S. (2007). Analiz metodov resheniya nelineynykh transportnykh zadach. *Perspektivnye informatsionnye tekhnologii i intellektualnye sistemy*, 1(29), 38-49. (in Russian)
- Kazharov, A. A., & Kureychik, V. M. (2013). *Klassifikatsiya i kriterii optimizatsii zadachi marshrutizatsii avtotransporta. Integrirovannye modeli i myagkie vychisleniya v iskusstvennom intellekte*, 2, 879-886. (in Russian)
- Kazakov, A. L., & Lempert, A. A. (2011). Ob odnom podkhode k resheniyu zadach optimizatsii, voznikayushchikh v transportnoy logistike. *Avtomatika i telemekhanika*, 7, 50-57. (in Russian)
- Kosenko, O. V. (2017). *Razrabotka metodov i algoritmov resheniya mnogoindeksnykh raspredelitelnykh zadach v usloviyakh neopredelennosti: dis. na soisk. uchen. step. kand. tekhn. nauk (05.13.01).* Institut radiotekhnicheskikh sistem i upravleniya, Taganrog. (in Russian)
- Kureychik, V. M., & Yemelyanova, T. S. (2008). *Reshenie transportnykh zadach s ispolzovaniem kombinirovannogo geneticheskogo algoritma.* Odinnadtsataya natsionalnaya konferentsiya po iskusstvennomu intellektu s mezhdunarodnym uchastiem KII-2008, 1, 158-164. (in Russian)
- Levin, V. I. (2012). Metody optimizatsii sistem v usloviyakh intervalnoy neopredelennosti parametrov. *Informatsionnye tekhnologii*, 4, 52-59. (in Russian)
- Plotnikov, O. A., & Podvalnyy, Ye. S. (2012). Razrabotka memeticheskogo algoritma dlya resheniya zadach optimalnogo planirovaniya gruzoperevozok. *Vestnik VGTU*, 10-1, 19-24. (in Russian)
- Radkevich, A. V., & Arutyunyan, I. A. (2014). Organizatsiya sistemy materialnogo obespecheniya stroitelstva. *Nauka ta progres transportu*, 3(51), 146-159. (in Russian)
- Smirnova, K. A. (2008). Ponyatie neopredelennosti ekonomicheskikh sistem i podkhody k ee otsenke. *Vestnik MGTU*, 11(2), 241-246. (in Russian)

Надійшла до редколегії 22.02.2022.

Прийнята до друку 12.04.2022.