

**Малаксіано Микола Олександрович**

Кандидат фізико-математичних наук, доцент, завідувач кафедри технічної кібернетики й інформаційних технологій ім. професора Р. В. Меркста, [orcid.org/0000-0002-4075-5112](https://orcid.org/0000-0002-4075-5112)

Одеський національний морський університет, Одеса

**УПРАВЛІННЯ ТЕРМІНАМИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТІВ СТВОРЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ІННОВАЦІЙНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ**

***Анотація.** Ефективність роботи транспортної інфраструктури є ключовим фактором успішного функціонування багатьох підприємств, галузей і цілих регіонів України. На сьогодні значна частина транспортної інфраструктури українських морських портів застаріла і вимагає термінових заходів щодо її модернізації. Тому великий практичний інтерес викликає створення ефективних методів обґрунтування оптимальних термінів реалізації проєктів інноваційного розвитку об'єктів транспортної інфраструктури. У ситуації, коли наявний об'єкт застарілої транспортної інфраструктури планується замінити на новий інфраструктурний об'єкт, може здаватися доцільним якомога раніше почати реалізацію проєкту створення й експлуатації інноваційного об'єкта, щоб мати можливість якомога раніше почати користуватися всіма перевагами, які надає використання інноваційних технологій. Проте, з іншого боку, такий підхід може призвести до того, що експлуатація об'єкта інфраструктури, який використовує старі технології, буде закінчена задовго до того, як буде вичерпано його фізичний ресурс, і до того, як буде досягнуто термін окупності відповідних капіталовкладень. Тож, виникає природна необхідність у розробці кількісних методів, що дають змогу приймати обґрунтовані рішення щодо оптимальних термінів завершення старих і початку нових проєктів, які використовують більш ефективні інноваційні технології. В роботі запропоновано метод оцінювання показників ефективності проєктів будівництва та експлуатації транспортної інфраструктури з урахуванням впровадження інноваційних технологій. Для оцінки ефективності проєктів створення та експлуатації об'єктів транспортної інфраструктури з урахуванням як фізичного, так і морального зносу запропоновано використовувати показник ЕАС. Дослідження свідчать, що при плануванні часу початку інноваційних проєктів доцільно скоротити тривалість операційної фази проєкту будівництва та експлуатації об'єкта транспортної інфраструктури старого типу в порівнянні з тими термінами, які були б оптимальними, якби впровадження інноваційних технологій не планувалося.*

**Ключові слова:** управління проєктами; проєкти розвитку транспортної інфраструктури; інновації; тривалість життєвого циклу проєкту; еквівалент щорічних витрат

**Вступ**

Значний практичний інтерес представляє розробка методів визначення оптимальних термінів реалізації проєктів, що спрямовані на заміну наявної недостатньо ефективної транспортної інфраструктури і впровадження інноваційних технологій. Доцільність ініціації проєктів оновлення об'єктів транспортної інфраструктури може виникати з кількох причин. У низці випадків це може бути пов'язано з фізичним зношенням технічних засобів. Також доцільність ініціації нових проєктів будівництва та експлуатації об'єктів транспортної інфраструктури може бути пов'язана з моральним зношенням, який обумовлено появою на ринку більш ефективних технологічних рішень. У багатьох випадках доцільність початку подібних проєктів визначається не якимось одним фактором, а

сукупним впливом фізичного і морального зношення наявних об'єктів інфраструктури.

В роботі [1] розглянуто моделі і метод зміни парадигм управління інфраструктурними проєктами і програмами, а також запропоновано модель життєвого циклу інфраструктурного проєкту, яка дає змогу формувати стратегії проактивного управління інфраструктурними проєктами з урахуванням точок біфуркації. Питання стратегічного аудиту інфраструктурних проєктів і програм, а також питання розвитку потенціалу управління проєктами інфраструктурних програм вивчені в роботах [2; 3].

У роботах [4; 5] запропоновано підходи до створення систем підтримки прийняття рішень щодо формування стратегій розвитку високотехнологічних підприємств. В роботі [6] запропоновано модель, яка заснована на використанні методів теорії масового обслуговування, що допомагає будувати траєкторії

розвитку віртуальних або реальних проектних систем. Вивченню проектно-орієнтованого управління функціонуванням ремонтпридатних технічних систем, а також створенню моделей оптимізації змісту проектів за критеріями прибуток, час, вартість, якість, ризики присвячені роботи [7; 8]. Питання профілювання стратегій розвитку в управлінні інфраструктурними проектами вивчені в [9].

У статтях [10 – 12] досліджено вплив фактору невизначеності на оптимальні терміни служби складного обладнання, а також розглянуто питання обґрунтування оптимального часу оновлення обладнання, що схильне до морального та фізичного зношення.

### Постановка проблеми дослідження

Розглянемо ситуацію, коли наявний об'єкт застарілої транспортної інфраструктури планується замінити на новий інфраструктурний об'єкт із залученням інноваційних технологій. З одного боку, доцільно почати реалізацію проекту створення та експлуатації інноваційного об'єкта якомога раніше, щоб мати можливість почати користуватися перевагами, які надають інноваційні технології. Але, з іншого боку, при такому підході може виявитися, що експлуатація об'єкта інфраструктури, що використовує старі, менш ефективні технології, буде закінчена задовго до того, як буде вичерпано його фізичний ресурс, і до того, як буде досягнуто термін окупності відповідних капіталовкладень. Отже, виникає необхідність в розробленні методів і моделей, що дадуть змогу приймати обґрунтовані рішення стосовно визначення оптимальних термінів завершення старих і початку нових проектів, що використовують нові більш ефективні технології.

### Мета статті

Метою пропонованого дослідження є розроблення кількісних методів обґрунтування оптимальних термінів впровадження проектів інноваційного розвитку транспортної інфраструктури з врахуванням як фізичного, так і морального зношення.

### Виклад основного матеріалу

#### Обґрунтування оптимальних термінів реалізації інноваційних проектів розвитку транспортної інфраструктури

Введемо позначення:  $T_{bo}$  – тривалість фаз проектування і будівництва об'єкта транспортної інфраструктури, що використовує старі технології, роки;  $T_{bn}$  – тривалість фаз проектування і будівництва інноваційного об'єкта транспортної

інфраструктури, роки;  $T_o$  – планована тривалість операційної фази для проекту будівництва та експлуатації об'єкта інфраструктури старого типу, роки;  $T_n$  – планована тривалість операційної фази для проекту будівництва і експлуатації інноваційного об'єкта інфраструктури, роки;  $g_o(t)$  – середня інтенсивність доходів, які пов'язані з експлуатацією об'єкта інфраструктури, що використовує старі технології, через  $t$  років після початку його експлуатації, дол./рік;  $g_n(t)$  – середня інтенсивність доходів, які пов'язані з експлуатацією об'єкта інфраструктури, що використовує інноваційні технології, через  $t$  років після початку його експлуатації, дол./рік;  $A_o$  – витрати, які пов'язані з фазою проектування і будівництва об'єкта, що використовує старі технології, дол.;  $A_n$  – витрати, які пов'язані з фазою проектування і будівництва об'єкта, що використовує інноваційні технології, дол.;  $c_o(t)$  – середня інтенсивність операційних витрат, які пов'язані з експлуатацією об'єкта, що використовує старі технології, після його експлуатації протягом  $t$  років, дол./рік;  $c_n(t)$  – середня інтенсивність операційних витрат, які пов'язані з експлуатацією об'єкта, що використовує інноваційні технології, після його експлуатації протягом  $t$  років, дол./рік;  $S_o(t)$  – витрати, які пов'язані з виведенням з експлуатації та демонтажем об'єкта транспортної інфраструктури, що використовує старі технології, після його експлуатації протягом  $t$  років, дол./рік;  $S_n(t)$  – витрати, які пов'язані з виведенням з експлуатації та демонтажем об'єкта транспортної інфраструктури, що використовує інноваційні технології, після його експлуатації протягом  $t$  років, дол./рік.

З огляду на те, що термін служби об'єктів транспортної інфраструктури, як правило, становить кілька років, то для оцінювання ефективності його використання протягом усього життєвого циклу слід використовувати дисконтування. Нехай  $r$  – річна ставка відсотка при безперервному нарощенні. Використовуючи відому формулу безперервного нарощення відсотків, можна знайти сучасну вартість загальних витрат обладнання старого типу залежно від тривалості операційної фази  $T_o$ :

$$PV(C_{o,total}(T_o)) = \int_0^{T_o} (g_o(\tau) - c_o(\tau)) \cdot e^{-r\tau} d\tau - A_o - S_o(T_{bo} + T_o) \cdot e^{-r(T_{bo} + T_o)}. \quad (1)$$

Для порівняння ефективності проектів на часових інтервалах різної довжини часто використовується

показник  $EAC$  (Equivalent Annual Cost) [13].  $EAC$  дорівнює сучасному значенню витрат, які пов'язані з реалізацією проєктів, помноженому на значення  $CRF(T_o, r)$  (Capital Recovery Factor), де

$$CRF(T_o, r) = \frac{e^r - 1}{1 - e^{-r \cdot (T_{bn} + T_n)}}. \quad (2)$$

У такому випадку показник  $EAC$  для проєкту будівництва та експлуатації об'єкта транспортної інфраструктури, що використовує старі технології, визначається формулою

$$EAC_o(T_o) = PV(C_{o, total}(T_o)) \cdot \frac{e^r - 1}{1 - e^{-r \cdot (T_{bn} + T_n)}}. \quad (3)$$

Оптимальною є така тривалість операційної фази  $T_o^*$  проєкту будівництва та експлуатації об'єкта інфраструктури старого типу, за якої вираз (3) приймає максимальне значення.

Аналогічно, для проєктів будівництва та експлуатації об'єктів інноваційної транспортної інфраструктури оптимальною вважається така тривалість операційної фази  $T_n^*$ , за якої досягає максимуму вираз (4):

$$EAC_n(T_n) = \left( \int_0^{T_n} (g_n(\tau) - c_n(\tau)) \cdot e^{-r \cdot \tau} d\tau - A_n - S_n(T_{bn} + T_n) \cdot e^{-r \cdot (T_{bn} + T_n)} \right) \times \frac{e^r - 1}{1 - e^{-r \cdot (T_{bn} + T_n)}}. \quad (4)$$

Вивчимо питання визначення оптимальних термінів закінчення експлуатаційної фази старого інфраструктурного проєкту і переходу до реалізації нового. Нехай протягом першого циклу тривалістю  $T_{bo} + T_o$  планується реалізувати інфраструктурний проєкт, заснований на використанні старих технологічних рішень. Потім протягом другого циклу тривалістю  $T_{bn} + T_n$  планується реалізувати проєкт, який використовує інноваційні технології. Тоді сучасна вартість загальних витрат протягом цих двох циклів може бути розрахована за формулою

$$EAC_{on}(T_o, T_n) = \left( \int_0^{T_o} (g_o(\tau) - c_o(\tau)) \cdot e^{-r \cdot \tau} d\tau - A_o - S_o(T_{bo} + T_o) \cdot e^{-r \cdot (T_{bo} + T_o)} + e^{-r \cdot (T_{bo} + T_o)} \cdot \int_0^{T_n} (g_n(\tau) - c_n(\tau)) \cdot e^{-r \cdot \tau} d\tau - A_n \cdot e^{-r \cdot (T_{bo} + T_o)} - S_n(T_n) \cdot e^{-r \cdot (T_{bo} + T_o + T_{bn} + T_n)} \right) \times \frac{e^r - 1}{1 - e^{-r \cdot (T_{bo} + T_o + T_{bn} + T_n)}}. \quad (5)$$

Значення  $EAC$  для двох повних циклів використання об'єктів інфраструктури старого і нового типу є функцією двох змінних  $T_o$  і  $T_n$ . Значення  $T_o = T_o^{**}$  і  $T_n = T_n^{**}$ , за яких вираз (5) досягає свого максимуму, можна вважати оптимальними тривалостями операційної фази проєктів при переході від старих технологій до інноваційних.

### Результати розрахунків оптимальних термінів реалізації інноваційних проєктів розвитку транспортної інфраструктури

Для подальшого аналізу розглянемо числовий приклад, що стосуються проєкту оновлення перевантажувального обладнання контейнерного терміналу. Нехай витрати, які пов'язані з фазою проєктування і будівництва об'єктів транспортної інфраструктури старого і нового типу відповідно, дорівнюють  $A_o = 4,73$  млн дол. і  $A_n = 3,845$  млн дол. Динаміка операційних витрат описується функцією  $c_o(t) = 510,1 + 2,19 \cdot t^{2,03}$ , тис. дол./рік і  $c_n(t) = 404,8 + 2,3 \cdot t^{2,32}$ , тис. дол./рік. Витрати, які пов'язані з виведенням з експлуатації та демонтажем після експлуатації протягом  $t$  років для об'єкта транспортної інфраструктури старого типу дорівнюють  $S_o(t) = -51,2 - 1390,02 \cdot (1,14 \cdot t + 1)^{-1,32}$  тис. дол., а для об'єкта інфраструктури нового типу – дорівнюють  $S_n(t) = -14,9 - 1580,01 \cdot (0,52 \cdot t + 1)^{-2,02}$  тис. дол. Середня інтенсивність доходів, які пов'язані з експлуатацією об'єктів інфраструктури старого та нового типу через  $t$  років після початку їх експлуатації, дорівнюють  $G_o(t) = 1405,03 + 1430,12 \cdot (0,51 \cdot t + 2,42)^{-1,92}$  та  $G_n(t) = 1491,03 + 1430,03 \cdot (0,52 \cdot t + 2,41)^{-1,91}$  тис. дол./рік відповідно. Тривалість фази проєктування і будівництва становить  $T_{bo} = 1,1$  та  $T_{bn} = 0,9$  років. Річна процентна ставка, наведена в частках, прийнята такою, що дорівнює  $r = 0,08$ . Графіки зміння  $EAC_o(T)$  та  $EAC_n(T)$  наведені на рис. 1.

На рис. 2 представлено поверхню зміння значень  $EAC$  залежно від тривалості операційної фази проєктів будівництва та експлуатації об'єктів транспортної інфраструктури з використанням старих і нових технологій. Всі чисельні розрахунки за формулами (1) – (5), необхідні для побудови графіків і визначення оптимальних значень, наведених в цій роботі, були реалізовані в середовищі математичних обчислень Maple.

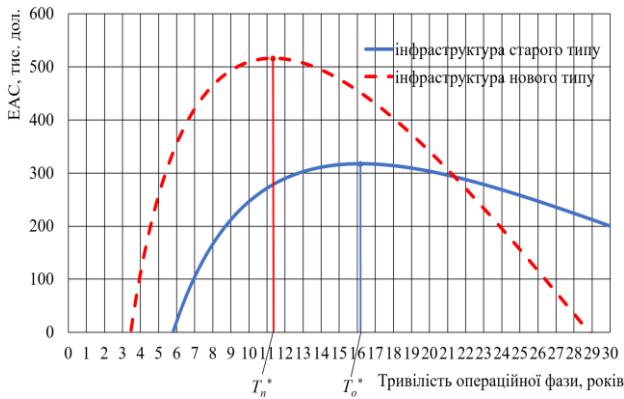


Рисунок 1 – Графіки зміння значень  $EAC$  для проєктів, що засновані на використанні старих і нових технологій залежно від тривалості операційної фази

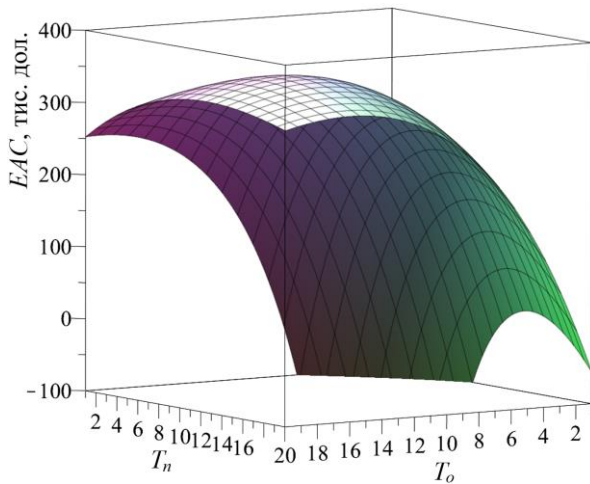


Рисунок 2 – Зміння значень  $EAC_{on}(T_o, T_n)$

Дослідження показали, що у такому випадку максимальне значення  $EAC_{on}(T_o, T_n)$  досягається при  $(T_o^{**}, T_n^{**}) = (14,54, 12,36)$  і становить 355,12 тис. дол., а вираз (3) досягає максимуму при  $T_o^* = 16,18$ , вираз (4) – при  $T_n^* = 11,34$ .

Отже, з отриманих результатів можна бачити, що у такому випадку при переході від використання старих технологій до інноваційних тривалість операційної фази проєкту використання об'єкта транспортної інфраструктури старого типу доцільно скоротити на 10%.

## Висновки

В роботі запропоновано метод оцінювання показників ефективності проєктів оновлення об'єктів транспортної інфраструктури з урахуванням впровадження нових технологій. Для оцінки ефективності проєктів створення та експлуатації об'єктів транспортної інфраструктури з урахуванням як фізичного, так і морального зношення, запропоновано використовувати показник  $EAC$ . В результаті дослідження показано, що при плануванні часу початку інноваційних проєктів доцільно скоротити тривалість операційної фази старого об'єкта транспортної інфраструктури в порівнянні з тими термінами, які були б оптимальними без урахування впроваджуваних інновацій.

## Список літератури

1. Бушуйєв С. Д. Зміна парадигм в управлінні інфраструктурними проєктами і програмами / С. Д. Бушуйєв, Д. А. Бушуйєв, Б. Ю. Козир // Управління розвитком складних систем. – 2019. – № 37. – С. 7–12. DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.9783149>.
2. Bushuyev S. Development project management capability of the infrastructure projects. Chernobyl case/ S. Bushuyev, D. Bushuiyev, B. Kozyr // Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries. – 2019. – No. 2(8). – P. 15–24. DOI: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2019.8.015>
3. Bushuyev S. Strategic audit of infrastructure projects and programs / S. Bushuyev, B. Kozyr, A. Zaprivoda // Technology audit and production reserves. – 2019. – No. 2/2(46). – P. 4–11. DOI: <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2019.165767>
4. Chernov S. Constructing the system of decision-making support while creating the strategy of the high-technology enterprise development / S. Chernov, L. Chernova // 12th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT). – Lviv, – 2017. – P. 7–10. DOI: <https://doi.org/10.1109/STC-CSIT.2017.8099419>
5. Lapkina I. Design and optimization of maritime transport infrastructure projects based on simulation modeling / I. Lapkina, M. Malaksiano, Y. Savchenko // Proceedings of the 1st International Workshop IT Project Management (ITPM 2020). – Slavsko, Lviv region, Ukraine, February 18-20. – 2020. – P. 36–45.
6. Gogunskii V. Representation of project systems using the Markov chain / V. Gogunskii, O. Kolesnikov, G. Oborska, A. Moskaliuk, K. Kolesnikova, S. Harelik, D. Lukianov // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – No. 2/3 (86). – P. 25–32. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.97883>.
7. Шахов А. В., Чимшир В. И. Проектно-ориентированное управление функционированием ремонтпригодных технических систем: монография – Одесса: Феникс. 2006. – 238 с.
8. Кононенко И. В. Оптимизация содержания проекта по критериям прибыль, время, стоимость, качество, риски / И. В. Кононенко, М. Э. Колесник // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – № 1/10 (55). – С. 13–15.
9. Козир Б. Ю. Профілювання стратегії розвитку в управлінні інфраструктурними проєктами / Б. Ю. Козир, А. А. Запривода // Управління розвитком складних систем. – 2019. – №. 40. – С. 51–59 DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.11968995>.

10. Lapkina I. Estimation of fluctuations in the performance indicators of equipment that operates under conditions of unstable loading / I. Lapkina, M. Malaksiano // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2018. – Vol. 1, Issue 3(91). – P. 22–29. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.123367>

11. Lapkina I. Elaboration of the equipment replacement terms taking into account wear and tear and obsolescence / I. Lapkina, M. Malaksiano // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2018. – Vol. 3, Issue 3 (93). – P. 30 – 39. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.133690>

12. Adkins R. Replacement decisions with multiple stochastic values and depreciation / R. Adkins, D. Paxson // *European Journal of Operational Research*. – 2017. – Vol. 257, Issue 1. – P. 174-184. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.07.006>

13. Jones T.W. An Historical Perspective of Net Present Value and Equivalent Annual Cost / T.W. Jones, J.D. Smith // *The Accounting Historians Journal. Academy of Accounting Historians*. – 1982. Vol. 9, Issue 1. – P. 103 – 110. DOI: <https://doi.org/10.2308/0148-4184.9.1.103>

Стаття надійшла до редколегії 28.08.2020

#### Malaksiano Mykola

PhD(Math.), Head of Department of Technical Cybernetics and Information Technology R. V. Merkta,

[orcid.org/0000-0002-4075-5112](https://orcid.org/0000-0002-4075-5112)

Odesa National Maritime University, Odesa

### ON OPTIMAL TERMS OF PROJECTS REALIZATION RELATED TO CREATION OF INNOVATIVE TRANSPORT INFRASTRUCTURE OBJECTS

**Abstract.** The efficient operation of the transport infrastructure is a key factor in the successful functioning of many enterprises, industries and entire regions of Ukraine. Currently, a significant part of the transport infrastructure of Ukrainian sea ports is outdated and requires urgent measures for its modernization. Therefore, of great practical interest is the creation of effective methods for substantiating the optimal timing of projects for the innovative development of transport infrastructure facilities. In a situation where the existing object of an obsolete transport infrastructure is planned to be replaced with a new infrastructure object, with the involvement of innovative technologies, it may seem advisable to start the implementation of the project for the creation and operation of an innovative object as early as possible in order to be able to start using all the advantages which are provided by the innovative technologies. But, on the other hand, with such an approach, it may turn out that the operation of an infrastructure facility that uses old technologies will be completed long before its physical resource is exhausted and before the payback period of the corresponding investment is reached. Thus, there is a natural need to develop quantitative methods that allow to make informed decisions about the optimal timing of the completion of old and start of new projects using more effective innovative technologies. The paper proposes a method for assessing the performance indicators of projects for the construction and operation of transport infrastructure based on the introduction of innovative technologies. To assess the effectiveness of projects for the creation and operation of transport infrastructure facilities, taking into account both physical deterioration and obsolescence, it is proposed to use the EAC indicator. Studies have shown that when planning the time for the start of innovative projects, it is advisable to reduce the duration of the operational phase of the project for the construction and operation of an old-type transport infrastructure facility, in comparison with those terms that would be optimal if the introduction of innovative technologies was not planned.

**Key words:** project management; transport infrastructure development projects; innovations, project life cycle; equivalent annual cost

#### References

1. Busheyev, S.D., Busheyev, D.A., Kozyr, B.Yu. (2019). Changing paradigms in infrastructure and program management. *Management of Development of Complex Systems*, 37, 7–12. DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.9783149>

2. Bushuyev, S., Bushuiev, D., Kozyr, B. (2019). Development project management capability of the infrastructure projects. Chernobyl case. *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*, 2(8), 15–24. DOI: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2019.8.015>

3. Bushuyev, S., Kozyr, B., Zaprivoda, A. (2019). Strategic audit of infrastructure projects and programs. *Technology audit and production reserves*, 2(2(46)), 4–11. DOI: <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2019.165767>

4. Chernov, S., Chernova, L. (2017). Constructing the system of decision-making support while creating the strategy of the high-technology enterprise development. *12th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*. Lviv, 7–10. DOI: <https://doi.org/10.1109/STC-CSIT.2017.8099419>

5. Lapkina, I., Malaksiano, M., Savchenko, Y. (2020). Design and optimization of maritime transport infrastructure projects based on simulation modeling. *Proceedings of the 1st International Workshop IT Project Management (ITPM 2020)*. Slavsko, Lviv region, Ukraine, February 18-20, 36 – 45.

- 
6. Gogunskii, V., Kolesnikov, O., Oborska, G., Moskaliuk, A., Kolesnikova, K., Hareluk, S., Lukianov, D. (2017). Representation of project systems using the Markov chain. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(3(86)), 25–32. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.97883>
7. Shakhov, A.V., Chimshir, V.I. (2006). *Project-oriented management of the functioning of maintainable technical systems: monograph*. Odessa: Phoenix. 238. [In Russian]
8. Kononenko, I.V., Kolesnik, M.E. (2012). Scope project optimization on criteria income, time, cost, quality, risk. *Eastern-European journal of enterprise technologies*, 1(10 (55)), 13–15.
9. Kozyr, B., Zaprivoda, A. (2019). Profiling development strategy in the management of infrastructure projects. *Management of development of complex systems*, 40, 51–59. DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.11968995>
10. Lapkina, I., Malaksiano, M. (2018). Estimation of fluctuations in the performance indicators of equipment that operates under conditions of unstable loading. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (3 (91)), 22–29. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.123367>
11. Lapkina, I., Malaksiano, M. (2018). Elaboration of the equipment replacement terms taking into account wear and tear and obsolescence. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(3 (93)), 30–39. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.133690>
12. Adkins, R., Paxson, D. (2017). Replacement decisions with multiple stochastic values and depreciation. *European Journal of Operational Research*, 257 (1), 174–184. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.07.006>
- Jones, T.W., Smith, J.D. (1982). An Historical Perspective of Net Present Value and Equivalent Annual Cost. *The Accounting Historians Journal*. *Academy of Accounting Historians*, 9 (1), 103–110. DOI: <https://doi.org/10.2308/0148-4184.9.1.103>
- 

#### Посилання на публікацію

- APA Malaksiano, Mykola. (2020). On optimal terms of projects realization related to creation of innovative transport infrastructure objects. *Management of Development of Complex Systems*, 43, 54 – 59, [dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2020.43.54-59](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2020.43.54-59).
- ДСТУ Малаксіано М. О. Управління термінами реалізації проєктів створення об'єктів інноваційної транспортної інфраструктури [Текст] / М. О. Малаксіано // Управління розвитком складних систем. – 2020. – № 43. – С. 54 – 59, [dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2020.43.54-59](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2020.43.54-59).