

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра управління вантажною і комерційною роботою

УДОСКОНАЛЕННЯ МІСЦЕВОЇ РОБОТИ ВАНТАЖНОЇ СТАНЦІЇ

Пояснювальна записка і розрахунки
до кваліфікаційної роботи

УМРВС.300.00.00.000 ПЗ

Розробила студентка групи 211-ТТ-324
спеціальності 275 / 275.02 (роботу виконано
самостійно, відповідно до принципів
академічної доброчесності)



Антоніна КУЗЬМІНА

(підпис)

Керівник: доцент, канд. техн. наук
Ганна БОГОМАЗОВА

Рецензент: доцент, канд. техн. наук
Ганна ШАПОВАЛ

2026

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 16 слайдів презентації, 83 аркуш пояснювальної записки формату А4, що включає 7 рисунків, 5 таблиць, 38 літературних джерел.

Ключові слова: ВАНТАЖНА СТАНЦІЯ, ПІД'ЇЗНІ КОЛІЇ, ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВИТРАТИ, ВИТРАТИ ЧАСУ, ПРОСТІЙ ВАГОНІВ, СТОХАСТИЧНА МОДЕЛЬ, КРИТЕРІЙ CvaR.

Метою дослідження є розроблення та обґрунтування напрямів підвищення ефективності місцевої роботи вантажної станції шляхом аналізу чинної технології обробки місцевого вагонопотоку, використання економіко-математичних методів і побудови стохастичної моделі оптимізації подачі вагонів на під'їзні колії, що забезпечує раціональне використання станційних ресурсів, зменшення непродуктивних простоїв вантажних вагонів та мінімізацію сукупних експлуатаційних витрат за несприятливих умов функціонування станції.

У кваліфікаційній роботі запропоновано економіко-математичну модель оптимізації місцевої роботи вантажної станції, що враховує стохастичний характер технологічних параметрів. Модель базується на застосуванні критерію Conditional Value-at-Risk (CVaR), який забезпечує мінімізацію як середніх експлуатаційних витрат, так і очікуваних втрат у найгірших сценаріях роботи станції. Ризик-орієнтований підхід дозволяє підвищити стійкість організаційних рішень щодо подачі вагонів на під'їзні колії, скоротити непродуктивний простій вантажних вагонів і покращити використання станційних ресурсів у пікових умовах.

Отримані у роботі результати мають прикладний характер і можуть бути використані для вдосконалення технологічних процесів місцевої роботи вантажних станцій, а також під час створення автоматизованих систем підтримки прийняття рішень за умов невизначеності.

ABSTRACT

This qualification work includes 1 presentation slides, 83 pages of an explanatory note in A4 format, featuring 7 figures, 5 tables, and 38 literature references.

Keywords: FREIGHT STATION, ACCESS TRACKS, OPERATING COSTS, TIME COSTS, CAR DOWNTIME, STOCHASTIC MODEL, CvaR CRITERION.

The aim of the study is to develop and justify ways to improve the efficiency of local freight station operations by analyzing the current technology for handling local railcar traffic, using economic and mathematical methods, and constructing a stochastic model for optimizing the delivery of railcars to access tracks, which ensures the rational use of station resources, reducing unproductive downtime of freight cars, and minimizing total operating costs under unfavorable station operating conditions.

The thesis proposes an economic and mathematical model for optimizing the local operation of a freight station, taking into account the stochastic nature of

technological parameters. The model is based on the application of the Conditional Value-at-Risk (CVaR) criterion, which minimizes both average operating costs and expected losses in the worst-case scenarios of station operation. The risk-oriented approach allows for increasing the stability of organizational decisions regarding the delivery of cars to access tracks, reducing unproductive downtime of freight cars, and improving the use of station resources during peak conditions.

The results obtained in this work are practical in nature and can be used to improve the technological processes of local freight stations, as well as in the creation of automated decision support systems under conditions of uncertainty.

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет управління процесами перевезень

Кафедра управління вантажною і комерційною роботою

Освітній рівень: магістр

Спеціальність 275 Транспортні технології

275.02 Транспортні технології (на залізничному транспорті)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

доцент, канд. техн. наук

 Антон КОВАЛЬОВ

« 27 » жовтня _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Кузьміній Антоніні Олегівні

1 Тема «Удосконалення місцевої роботи вантажної станції»

керівник Богомазова Ганна Євгенівна, канд. техн. наук, доцент

затверджені розпорядженням по факультету Управління процесами перевезень
від 24 жовтня 2025 року № 19/25

2 Строк подання студентом роботи 16 січня 2026 року

3 Вихідні дані. Технологічний процес роботи дирекції залізничних перевезень.
Статистичні показники вантажної роботи станції. Організація місцевої роботи.
Організація вантажної і комерційної роботи станції.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Техніко-експлуатаційна характеристика станції Ізмаїл. Аналіз вантажної роботи станції. Особливості взаємодії станції з під'їзними коліями. Характеристика під'їзних колій. Визначення часу простою місцевих вагонів на станції та аналіз його впливу на загальне функціонування станції. Аналіз наукових досліджень. Удосконалення взаємодії залізничної станції з під'їзними коліями. Стохастична оптимізація подачі вагонів на під'їзну колію з використанням CVaR-критерію. Розрахунок економічної ефективності від впровадження запропонованих заходів.

5 Перелік графічного матеріалу. Мета, предмет, об'єкт роботи, задачі дослідження, наукова новизна. Показники вантажообігу по станції Ізмаїл. Вивантаження вагонів за видами вантажів. Кількість прийнятих та відправлених навантажених та порожніх вагонів по станції. Характеристика під'їзних колій. Простій місцевих вагонів по станції Ізмаїл за окремими елементами. Пропозиції

по удосконаленню взаємодії залізничної станції з під'їзними коліями. Математична модель мінімізації питомих витрат на знаходження вантажних вагонів на станції. Час перебування та сукупні витрати на знаходження вагонів на станції. Стохастична модель оптимізації подачі вагонів на під'їзні колії з урахуванням випадкового характеру часу перебування та застосування ризик-орієнтованого критерію CVaR. Графічна інтерпретація результату моделювання. Розрахунок економічного ефекту. Висновки.

6 Консультанти окремих розділів

Розділ	Прізвище, ініціали, посада та науковий ступінь консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Техніко-економічне обґрунтування розробки та впровадження додаткового інтелектуального блоку системи підтримки прийняття рішень управління вантажними перевезеннями	Наталя ГРИЦЕНКО, доцент, канд. екон. наук		

7 Дата видачі завдання 27 жовтня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

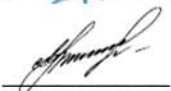
Назва етапів	Строк виконання етапів	<i>Примітка</i>
1 Техніко-експлуатаційна характеристика станції Ізмаїл	14.11.2025	<i>виконано</i>
2 Особливості роботи станції Ізмаїл по обслуговуванню під'їзних колій	28.11.2025	<i>виконано</i>
3 Побудова математичної моделі оптимізації місцевої роботи вантажної станції	12.12.2025	<i>виконано</i>
4 Техніко-економічне обґрунтування розробки та впровадження додаткового інтелектуального блоку системи підтримки прийняття рішень управління вантажними перевезеннями	22.12.2025	<i>виконано</i>
Оформлення роботи	09.01.2026	<i>виконано</i>

Студент



Антоніна КУЗЬМІНА

Керівник



Ганна БОГОМАЗОВА

Зміст

Вступ	7
1 Техніко-експлуатаційна характеристика станції Ізмаїл	10
1.1 Опис та основні параметри вантажної станції	10
1.2 Оперативне керівництво роботою станції	16
1.3 Аналіз показників роботи станції	21
2 Особливості роботи станції Ізмаїл по обслуговуванню під'їзних колій	29
2.1 Дослідження взаємодії роботи станції та під'їзних колій	29
2.2 Характеристика під'їзних колій	32
2.3 Визначення часу простою місцевих вагонів на станції та аналіз його впливу на загальне функціонування станції	43
3 Побудова математичної моделі оптимізації місцевої роботи вантажної станції	49
3.1 Аналіз наукових досліджень	49
3.2 Удосконалення взаємодії залізничної станції з під'їзними коліями	54
3.3 Стохастична оптимізація подачі вагонів на під'їзну колію з використанням CVaR-критерію	60
4 Техніко-економічне обґрунтування розробки та впровадження додаткового інтелектуального блоку системи підтримки прийняття рішень управління вантажними перевезеннями	66
Висновки	77
Список використаних джерел	79

					УМРВС.300.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Удосконалення місцевої роботи вантажної станції Лім. 1 Арк. 4 Акрушіє 83 УкрДУЗТ 6			
Розроб.	Кузьміна							
Перевір.	Богомазова							
Н. контр.	Богомазова							
Затв.	Ковальов							

Актуальність теми. В умовах трансформації транспортно-логістичної системи України, інтеграції до європейського транспортного простору та зростання вимог до ефективності вантажних перевезень особливої актуальності набуває удосконалення місцевої роботи вантажних станцій. Саме місцева робота визначає швидкість обробки вагонів, рівень використання станційних колій, маневрових засобів і трудових ресурсів, а також безпосередньо впливає на терміни доставки вантажів і собівартість перевезень.

Сучасні вантажні станції функціонують в умовах нерівномірності вагонопотоків, дефіциту маневрових локомотивів, зношеності технічних засобів та підвищених вимог до безпеки руху, особливо при роботі з небезпечними та негабаритними вантажами. Неефективна організація місцевої роботи призводить до збільшення простою вагонів під вантажними операціями, перевантаження окремих елементів інфраструктури та зростання експлуатаційних витрат.

Додатковим чинником актуальності є необхідність впровадження сучасних методів управління та оптимізації, зокрема економіко-математичного моделювання, ризик-орієнтованих підходів і цифрових технологій підтримки управлінських рішень. Це дає змогу науково обґрунтувати параметри подачі та забирання вагонів, раціонально розподіляти маневрову роботу та мінімізувати непродуктивні простої при збереженні належного рівня безпеки.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Кваліфікаційна робота виконувалась відповідно до Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року (Розпорядження Кабінету Міністрів України від 30 травня 2018 р. № 430-р), Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони (Угоду ратифіковано із заявою Законом від 16.09.2014 р. № 1678-VII), Програми

розвитку залізничних станцій та переходів, що межують з країнами ЄС та Молдовою на 2022–2025 рр.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є розробка та обґрунтування напрямів удосконалення місцевої роботи вантажної станції на основі аналізу існуючої технології обробки місцевого вагонопотоку, застосування економіко-математичних методів та формування стохастичної моделі оптимізації подачі вагонів на під'їзні колії з метою підвищення ефективності використання станційних ресурсів і скорочення часу непродуктивного простою вантажних вагонів при умові отримання мінімальних сукупних експлуатаційних витрат при найгірших сценаріях роботи вантажної станції.

Реалізація цієї мети потребує постановки та вирішення таких задач дослідження:

- провести аналіз статистичних показників вантажної роботи станції;
- дослідити структуру та стохастичний характер місцевого вагонопотоку;
- формалізувати математичну модель оптимізації місцевої роботи вантажної станції, яка враховує невизначеність параметрів технологічного процесу;
- визначити економічний ефект від впровадження запропонованих заходів удосконалення місцевої роботи.

Об'єкт дослідження – процес організації та виконання місцевої роботи вантажної залізничної станції.

Предмет дослідження – технологія роботи вантажної станції з місцевими вагонами.

Методи дослідження. У роботі використано: метод математичної статистики для проведення аналізу основних експлуатаційних показників роботи вантажної станції; метод стохастичного програмування для визначення обсягів вагонопотоків станції та час простою місцевих вагонів на станції; критерій Conditional Value-at-Risk (CVaR) як інструмент ризик-орієнтованої оптимізації при несприятливих умовах роботи станції; методи оптимізації для визначення експлуатаційних витрат станції.

Наукова новизна. У роботі формалізовано математичну модель місцевої роботи вантажної станції, яка враховує стохастичний характер обсягів вагонопотоку та тривалості технологічних операцій при застосуванні критерію CVaR як інструменту ризик-орієнтованої оптимізації експлуатаційних витрат. Запропоновано підхід до оцінювання ефективності взаємодії станції з під'їзними коліями на основі мінімізації умовного математичного сподівання втрат у найгірших сценаріях, що підвищує стійкість технологічних рішень до випадкових збурень.

Практичне значення одержаних результатів. Наукові положення та висновки підтверджуються практичною реалізацією математичної моделі оптимізації місцевої роботи вантажної станції. На відміну від класичних підходів, що мінімізують середні витрати, використання CVaR дозволяє врахувати найбільш несприятливі сценарії роботи станції, які визначають реальні втрати в умовах нерівномірної взаємодії з під'їзними коліями.

Апробація результатів роботи. Основні положення роботи доповідались, обговорювались та схвалені на 85 студентській науково-технічній конференції, що проводилась в Українському державному університеті залізничного транспорту 10-11 грудня 2025 р. (м. Харків). Опубліковано тези доповіді.

У роботі вирішено актуальну задачу удосконалення місцевої роботи вантажної станції, що взаємодіє з під'їзними коліями, в умовах стохастичності місцевого вагонопотоку та невизначеності тривалості технологічних операцій. Основні результати та висновки полягають у наступному:

1. У ході дослідження виконано аналіз статистичних показників вантажної роботи станції, який дозволив встановити наявність нерівномірності надходження та відправлення місцевого вагонопотоку, значні коливання обсягів навантаження-вивантаження вагонів на під'їзних коліях підприємств та істотний вплив коливання часу простою вагонів на рівень сукупних експлуатаційних витрат. Отримані результати підтвердили доцільність застосування стохастичних методів моделювання при організації місцевої роботи.

2. Дослідження структури та стохастичного характеру місцевого вагонопотоку показало, що традиційні детерміновані підходи до планування подачі та прибирання вагонів не забезпечують необхідного рівня ефективності в умовах випадкових збурень, пов'язаних з роботою під'їзних колій, нерівномірністю надходження вантажів на станцію, обмеженістю ресурсів станції та впливу непередбачуваних подій через військові дії.

3. У роботі формалізовано економіко-математичну модель оптимізації місцевої роботи вантажної станції, яка враховує стохастичний характер параметрів технологічного процесу. Особливістю моделі є застосування критерію Conditional Value-at-Risk (CVaR), що дозволяє мінімізувати не лише середні експлуатаційні витрати, а й умовне математичне сподівання втрат у найгірших сценаріях роботи станції. Запропонований ризик-орієнтований підхід забезпечує підвищення стійкості технологічних рішень щодо організації подачі вагонів на під'їзні колії, зменшення часу непродуктивного простою вантажних вагонів та більш раціональне використання станційних ресурсів у напружених і пікових режимах роботи.

4. На основі результатів моделювання визначено економічний ефект від впровадження запропонованих заходів, який полягає у зниженні сукупних експлуатаційних витрат, пов'язаних з простоєм вагонів і виконанням маневрової роботи, зменшені непродуктивних простоїв вагонів на станції, а також пониження ризику виникнення критичних перевантажень при взаємодії станції з під'їзними коліями. Сумарний приріст економічного ефекту з урахуванням приведення грошових потоків до першого року розрахункового періоду склав 1,67 млн. грн. Строк окупності одночасних витрат настає з першого року впровадження технології до АРМ ДСП.

Отримані в роботі результати мають практичну спрямованість та можуть бути використані при удосконаленні технологічних процесів місцевої роботи вантажних станцій, а також при розробленні автоматизованих систем підтримки прийняття рішень в умовах невизначеності.

Список використаних джерел

- 1 Технологічний процес роботи вантажної станції Ізмаїл: Затверджено Наказом регіональної філії «Одеська залізниця» акціонерного товариства «Укрзалізниця» від 29.04.2021 № 181/Н, 2021. 214 с.
- 2 Технічно-розпорядчий акт станції Ізмаїл регіональної філії «Одеська залізниця»: Затверджено розпорядженням В.о. начальника служби перевезень від 28.03.2019р. № -Д-01/46. 193 с.
- 3 Правила перевезення вантажів. URL: https://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/legal_documents/terms_of_freight/.
- 4 Про затвердження Статуту залізниць України: Постанова Кабінету Міністрів України від 6 квітня 1998 р. № 457 / Кабінет Міністрів України. Офіційний вісник України. 1998. № 14. С. 150. Ст. 548. Код акта 5167/1998.
- 5 Про затвердження Правил експлуатації власних вантажних вагонів: Затверджено наказом Міністерства інфраструктури України від 29 січня 2015 р. № 17 / Міністерство інфраструктури України. Офіційний вісник України. 2015. № 16. С. 67. Ст. 422. Код акта 75811/2015.
- 6 Технологічний процес роботи Ізмаїльської філії ПрАТ «Київ-Дніпровського МППЗТ»: Затверджено розпорядженням начальника філії від 08.06.2018р. № 193. 86 с.
- 7 Prokopov A., Prokhorov V., Kalashnikova T., Golovko T., Bohomazova H. Constructing a model for the automated operative planning of local operations at railroad technical stations. *Eastern-European journal of enterprise technologies*. 2021. Vol. 3, № 3 (111). P. 32–41. DOI: 10.15587/1729-4061.2021.233673.
- 8 Bielli M., Bielli A., Rossic R. Trends in models and algorithms for fleet management. *Procedia – Social and Behavioral Science*. 2011. 20. P. 4–18. https://www.researchgate.net/publication/241123435_Trends_in_Models_and_Algorithms_for_Fleet_Management

- 9 Halldórsson Á., Wehner J. Last-mile logistics fulfilment: A framework for energy efficiency. *Research in Transportation Business & Management*. 2020. 37. 100481. https://www.researchgate.net/publication/340913111_Last-mile_logistics_fulfilment_A_framework_for_energy_efficiency
- 10 Mira L., Andrade A. R., Gomes M. C. Maintenance scheduling within rolling stock planning in railway operations under uncertain maintenance durations. *Journal of Rail Transport Planning & Management*. 2020. 14. 100177. https://www.researchgate.net/publication/338663084_Maintenance_scheduling_within_rolling_stock_planning_in_railway_operations_under_uncertain_maintenance_durations
- 11 Butko T., Prokhorov V., Kalashnikova T., Riabushka Y. Organization of railway freight short-haul transportation on the basis of logistic approaches. *Procedia Computer Science*. 2019. 149. P. 102–109. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050919301206>
- 12 Lin B., Zhao Y., Lin R., Liu C. Integrating traffic routing optimization and train formation plan using simulated annealing algorithm. *Applied Mathematical Modelling*. 2021. 93. P. 811–830. https://www.researchgate.net/publication/348194721_Integrating_traffic_routing_optimization_and_train_formation_plan_using_simulated_annealing_algorithm
- 13 Bruck B. P., Cordeau J.-F., Frejinger E. Integrated inbound train split and load planning in an intermodal railway terminal. *Transportation Research Part B: Methodological*. 2021. 145. P. 270–289. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0191261521000151>
- 14 Shi T., Zhou X. A mixed integer programming model for optimizing multi-level operations process in railroad yards. *Transportation Research Part B: Methodological*. 2015. 80. P. 19–39. https://www.researchgate.net/publication/279737507_A_mixed_integer_programming_model_for_optimizing_multi-level_operations_process_in_railroad_yards
- 15 Gestrelus S., Aronsson M., Joborn M., Bohlin M. Towards a comprehensive model for track allocation and roll-time scheduling at marshalling

yards. *Journal of Rail Transport Planning & Management*. 2017. 7(3). P. 157–170. <https://daneshyari.com/article/preview/6752010.pdf>

16 Panchenko A., Prokhorchenko A., Panchenko S., Dekarchuk O., Gurin D., Medvediev I. Predicting the estimated time of cargo dispatch from a marshaling yard. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. 106(4/3). P. 6–15.

17 Baulina H.S., Bohomazova H.Y., Prodashchuk S.M. Technological proposal for the attention of the risk in the management of the work of a railway station with a port. *Revista De La Universidad Del Zulia. 3ª época. Ciencias del Agro, Ingeniería y Tecnología*. 2023. Año 14, N° 39. P. 400 – 414. DOI: 10.46925//rdluz.39.22.

18 Butko T., Vergeles V. Improving the process of supplying of port railway node with empty railcars. *Zbirnyk naukovykh prats Ukrainського derzhavnoho universytetu zaliznychnoho transportu*. 2016. 163. P. 57-66.

19 Shelekhan G., Prodashchuk M. Improvement of the interaction process of marshalling yards and portside stations at the service of exporting traffic volumes. *Zbirnyk naukovykh prats Ukrainського derzhavnoho universytetu zaliznychnoho transportu*. 2017. 168. P. 10-18.

20 Baulina H., Bohomazova H. Formalization of the technology of the port station when interacting with the port. *Development of Education, Science and Business: Results 2020: abstracts of the International Scientific and Practical Internet Conference, Dnipro, December 3-4, 2020*. 1. P. 131-132.

21 Chislov O., Bogachev T., Kravets A., Bogachev V., Zadorozhniy V., Egorova I. Time Parameters Optimization of the Export Grain Traffic in the Port Railway Transport Technology System. In: *Sierpiński G. (eds) Smart and Green Solutions for Transport Systems. TSTP 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing 1091. Springer, Cham*. 2020. https://doi.org/10.1007/978-3-030-35543-2_11

22 Butko T., Kostiennikov O., Parkhomenko L., Prohorov V., Bogomazova G. Formation of an automated technology of cargo transportation control on the direction.

Eastern-European journal of enterprise technologies. 2019. Vol. 1, № 3 (97). P. 6–13. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.156098.

23 Baulina H., Bohomazova H., Prodashchuk S. Forming a rational technology for service cargo points at railway connecting lines of industrial enterprises. *Revista de la Universidad del Zulia*. 2022. 13(36). P. 357-372. DOI: <http://dx.doi.org/10.46925//rdluz.36.23>.

24 Bulgakova J. Decision making on cargo-flows management in integrated production and transportation system. *Transport problems*. 2016. 11/4. P. 83–94.

25 Guo R., Guo J., Xie G. Optimizing model of a railroad yard's operations plan based on production scheduling theory. *Computers in Railways XV: WIT Transactions on The Built Environment, WIT Press*. 2016. Vol. 162. P. 79–90.

26 Andrić J., Wang J., Zhong R. Identifying the Critical Risks in Railway Projects Based on Fuzzy and Sensitivity Analysis: A Case Study of Belt and Road Projects. *Sustainability*. 2019. 11(5). P. 1-18.

27 Stažnik A., Babić D., Bajor I. Identification and analysis of risks in transport chains. *Journal of Applied Engineering Science*. 2017. 151. P. 61-70. DOI: 10.5937/jaes15-12179.

28 Butko T., Kostiennikov O., Parkhomenko L., Prohorov V., Bogomazova G. Formation of an automated technology of cargo transportation control on the direction. *Eastern-European journal of enterprise technologies*. 2019. Vol. 1, № 3(97). P. 6–13. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.156098.

29 Костенніков О.М., Богомазова Г.Є. Удосконалення організаційно-технологічного процесу використання вантажних вагонів. *Science and Technology of the Present Time: Priority Development Directions of Ukraine and Poland: International Multidisciplinary Conference*. (Wolomin, Republic of Poland, 19–20 October 2018). Wolomin, 2018. Vol. 5. P. 105–107.

30 Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони: Угоду ратифіковано із заявою Законом від 16.09.2014 № 1678-VII / *Офіційний вісник України*. 2014 р. № 75, том 1. С. 83. Ст. 2125.

- 31 Shapiro A., Dentcheva D., Ruszczyński A. Lectures on Stochastic Programming: Modeling and Theory. *MOS-SIAM Series on Optimization*. 2014. P. 1 – 25. <https://doi.org/10.1137/1.9780898718751.ch1>.
- 32 Горобець В. Л. Стохастичні моделі в транспортних системах. К.: НТУ, 2018.
- 33 Ross S. Probability Models. *Academic Press. Open Journal of Statistics*. 2017. Vol.7 No.1, February 9.
- 34 Silver E., Pyke D., Peterson R. Inventory Management and Production Planning. Wiley. 1998. https://www.researchgate.net/publication/229124356_Inventory_Management_and_Production_Scheduling.
- 35 Rockafellar R., Uryasev S. Optimization of Conditional Value-at-Risk. *Journal of Risk*. 2000. 26 p.
- 36 Hochrainer-Stigler S., Colon C., Boza G, Brännström A., Linnerooth-Bayer J., Pflug G., Poledna S., Rovenskaya E., Dieckmann U. Measuring, modeling, and managing systemic risk: the missing aspect of human agency. *Journal of risk research*. 2019. 17 p. <https://doi.org/10.1080/13669877.2019.1646312>.
- 37 Sarykalin S., Serraino G., Uryasev S. Value-at-Risk vs. Conditional Value-at-Risk. *Tutorials in Operations Research, INFORMS*. 2008. P. 270 – 294. DOI:10.1287/educ.1080.0052.
- 38 Балака Є.І., Зоріна О.І., Колесникова Н.М., Писаревський І.М. Оцінка економічної доцільності інвестицій в інноваційні проекти на транспорті: навч. посібник. Харків: УкрДАЗТ, 2005. 210 с.