

**Є. М. ЛЕБІДЬ**

кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри логістики та проєктного менеджменту  
Національний транспортний університет  
ORCID: 0000-0003-1794-8060

**І. Г. ЛЕБІДЬ**

кандидат технічних наук, професор,  
професор кафедри міжнародних перевезень та митного контролю  
Національний транспортний університет  
ORCID: 0000-0003-0707-4179

**О. О. МАЗУРЕНКО**

кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри «Транспортні вузли»  
Український державний університет науки і технологій  
ORCID: 0000-0001-5591-1790

**Н. О. ЛУЖАНСЬКА**

кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри міжнародних перевезень та митного контролю  
Національний транспортний університет  
ORCID: 0000-0002-1271-8728

## ОПТИМІЗАЦІЯ ДІЯЛЬНОСТІ СКЛАДСЬКОГО ПІДПРИЄМСТВА ПРИ НАДАННІ ПОСЛУГ ЗАМОВНИКАМ

*У даній роботі здійснено аналіз організації діяльності складського підприємства в процесі обслуговування замовників. Актуальність досліджуваної проблеми зумовлена необхідністю формування обґрунтованих рекомендацій щодо планування штатної чисельності персоналу з урахуванням тривалості надання складських послуг. Для досягнення поставленої мети застосовано імітаційну модель функціонування складського підприємства під час обслуговування замовників, реалізовану в системі автоматизації імітаційного моделювання GPSS World. Модель дає змогу визначити тривалість складського обслуговування та оцінити потребу в персоналі відповідно до основних напрямів діяльності підприємства.*

*У процесі моделювання враховано тривалість виконання окремих операцій на кожному етапі складського обслуговування, що забезпечуються працівниками під час обробки зовнішньоторговельних вантажів. Крім того, до моделі включено параметри імовірності виникнення помилок і затримок у процесі надання послуг, а також середню тривалість простоїв, пов'язаних з усуненням допущених недоліків. Це дає можливість оцінити додаткову зайнятість персоналу, зумовлену коригуванням помилок за всіма видами операцій.*

*Практичне використання запропонованої імітаційної моделі забезпечує можливість підвищення ефективності організації та планування діяльності складських підприємств при взаємодії з замовниками. Застосування моделі також дозволяє визначити тривалість надання складських послуг у процесі виконання зовнішньоторговельних операцій з урахуванням показників ефективності професійної діяльності персоналу підприємства.*

*Отримані результати моделювання роботи складського підприємства дають змогу визначити необхідну чисельність персоналу, рівень завантаженості працівників, імовірність відмови в обслуговуванні, а також оцінити пропускну спроможність відповідного об'єкта інфраструктури. Крім того, результати моделювання дозволяють порівнювати дві альтернативні стратегії роботи складу: з урахуванням виникнення помилок у процесі обслуговування та за умови їх відсутності. Дана імітаційна модель забезпечує можливість визначення оптимальної кількості працівників за функціональними напрямками діяльності відповідно до рівня попиту на складські послуги з боку замовників. Перевагою проведеного дослідження є можливість практичного застосування отриманих результатів для підтримки управлінських рішень щодо планування діяльності складського підприємства з урахуванням наявного кадрового потенціалу та матеріально-технічної бази, що забезпечують виконання різних операцій. Аналіз отриманих характеристик роботи складського підприємства в умовах здій-*

снення зовнішньоторговельних операцій свідчить про істотні відмінності у тривалості виконання окремих етапів обслуговування залежно від наявності помилок у процесі роботи.

**Ключові слова:** складське підприємство, оптимізація, імітаційна модель, управління персоналом, міжнародне перевезення, товар.

ІЕ. М. LEBID

PhD, Associate Professor,  
Associate Professor at the Department of Logistics and Project Management  
National Transport University  
ORCID: 0000-0003-1794-8060

I. G. LEBID

PhD, Professor,  
Professor at the Department of International Transportation  
and Customs Control  
National Transport University  
ORCID: 0000-0003-0707-4179

O. O. MAZURENKO

PhD, Associate Professor,  
Associate Professor at the Department of Transport Units  
Ukrainian State University of Science and Technologies  
ORCID: 0000-0001-5591-1790

N. O. LUZHANSKA

PhD, Associate Professor,  
Associate Professor at the Department of International Transportation  
and Customs Control  
National Transport University  
ORCID: 0000-0002-1271-8728

## OPTIMIZATION OF WAREHOUSE ENTERPRISE OPERATIONS IN PROVIDING SERVICES TO CUSTOMERS

*The article analyzes the organization of a warehouse enterprise's operations in the process of customer service. The relevance of the study is determined by the need to develop well-founded recommendations for planning the number of staff, considering the duration of warehouse service provision. To achieve this goal, a simulation model of the warehouse enterprise's functioning during customer service was applied, implemented using the GPSS World simulation automation system. The model allows for the determination of warehouse service duration and the assessment of personnel requirements considering according to the main operational areas of the enterprise.*

*The modeling process considers the duration of individual operations at each stage of warehouse service performed by employees during the handling of foreign trade cargo. In addition, the model includes parameters for the probability of errors and delays in the service provision process, as well as the average duration of downtime associated with correcting identified deficiencies. This makes it possible to estimate the additional personnel workload resulting from error correction across all types of operations.*

*The practical application of the proposed simulation model provides an opportunity to improve the efficiency of the organization and planning of operations of warehouse enterprises in interacting with customers. The use of the model also allows for determining the duration of warehouse services during foreign trade operations, considering the performance indicators of the enterprise's personnel.*

*The results of modeling the operation of a warehouse enterprise make it possible to determine the required number of personnel, the level of employee workload, the probability of service failure, and to assess the throughput capacity of the relevant infrastructure facility. In addition, the simulation results allow for comparing two alternative warehouse operation strategies: one that considers errors in the service process and one that does not. This simulation model makes it possible to determine the optimal number of employees by functional areas of activity in accordance with the level of demand for warehouse services from customers. An advantage of the study is the practical applicability of the obtained results to support management decisions on planning the activities of a warehouse enterprise, considering the available human resources and material and technical base that ensures the performance of various operations. Analysis of the obtained characteristics of the warehouse enterprise's operations in the context of foreign trade indicates significant differences in the duration of individual service stages depending on the presence of errors in the workflow.*

**Key words:** warehouse enterprise, optimization, simulation model, personnel management, international transportation, cargo.

### Постановка проблеми

Якість складських послуг істотно впливає на ефективність виконання зовнішньоторговельних операцій, оскільки процеси підготовки вантажу до транспортування – пакування, маркування, комплектація та формування вантажних місць забезпечують збереження товарів під час перевезення. Одним із ключових показників ефективності складського обслуговування є тривалість виконання операцій, яка формує значну частку загального часу доставки товару та впливає на терміни логістичного обслуговування.

Використання сучасних підходів до організації роботи складу з урахуванням його внутрішнього потенціалу та потреб клієнтів є доцільним, адже матеріально-технічні ресурси та кваліфікований персонал формують основу конкурентних переваг. Водночас саме грамотне поєднання кількісних і якісних характеристик цих ресурсів з ефективними методами управління дає змогу надавати складські послуги на рівні, що значно перевищує пропозиції інших учасників ринку.

Функціонування складського підприємства як елемента інфраструктури потребує значних капітальних вкладень у будівництво, оснащення та подальшу експлуатацію, що робить важливим залучення великої кількості клієнтів для скорочення строків окупності. Швидкість руху товарів і тривалість виконання складських операцій є визначальними факторами, які впливають на рішення замовників щодо продовження співпраці або відмови від послуг у разі появи затримок.

Тривалість виконання складських операцій значною мірою залежить від кількості та кваліфікації адміністративно-управлінського й технічного персоналу, їхніх професійних навичок та здатності підтримувати стабільну якість і надійність послуг. Практичний досвід показує, що значна частина затримок виникає через помилки працівників і додатковий час, необхідний для їх виправлення. Це зумовлює необхідність впровадження програмних комплексів, які дозволяють керівництву оцінювати ефективність обслуговування клієнтів та здійснювати стратегічне планування діяльності.

Наукові дослідження, спрямовані на удосконалення організації та планування роботи складських підприємств, мають важливе значення для формування їх конкурентоспроможності та підвищення якості обслуговування. Досягнення високих результатів можливе шляхом оптимізації внутрішніх виробничих процесів та налагодження ефективної взаємодії з замовниками на засадах клієнтоорієнтованого підходу.

Практична реалізація таких заходів забезпечить планування діяльності складського підприємства з урахуванням персоналізації сервісу, прозорості процесів, підвищення швидкості та якості обслуговування. Крім того, це створить можливість визначати оптимальну чисельність персоналу за напрямками діяльності, оцінювати імовірність відмови в обслуговуванні та пропускну спроможність інфраструктурного об'єкта.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

В роботі [1, с. 6] розглянуто питання оптимізації складської діяльності підприємства на засадах логістики з метою підвищення ефективності функціонування складу та прибутковості підприємства загалом. Запропоновано певні логістичні рішення, які слід впровадити підприємству в свою складську діяльність задля усунення наявних проблем та підвищення показників ефективності діяльності складу. Але дана робота не дає можливості досліджувати роботу складу з точки зору технологічного процесу обробки заявок та оптимізації персоналу.

В роботі [2, с. 14] розглядається роль логістичної діяльності в сучасних умовах та сформовано пропозиції щодо підвищення ефективності складської логістики відповідно до сучасних вимог ведення бізнесу. Запропоновано впровадження готового програмного забезпечення LMS для процесу управління, або використання аутсорсингу та залучення зовнішньої логістичної компанії. Такий підхід неможливо застосувати для планування та оптимізації роботи менеджерів, які виконують операції з документального оформлення вантажів.

В роботі [3, с. 1107] побудовано імітаційну модель (ІМ) управління логістичними процесами за допомогою програмного інструментарію AnyLogic 8.0. За допомогою імітаційної моделі процесу логістичної діяльності складу вдалося проаналізувати вузькі місця в процесі товарного руху та розробити напрями оптимізації процесу. Робота персоналу в даній ІМ показана лише як складова процесу обробки самого вантажу і не дозволяє досліджувати вплив людського фактору на тривалість виконання операцій з оформлення вантажів різних категорій.

В роботі [4, с. 642] представлено новий підхід, що поєднує аналіз часових рядів з навчанням з підкріпленням для підвищення точності прогнозування попиту та оптимізації роботи складу. Пропонується модель, яка дає змогу оптимізувати політику управління запасами з урахуванням частоти замовлень, термінів їх виконання та обмежень щодо зберігання. Водночас цей підхід не враховує особливості роботи складу на рівні обробки кожної окремої заявки і не може бути застосований для аналізу впливу можливих помилок чи затримок на тривалість надання складських послуг.

У роботі [5] використано дискретно-подієве моделювання для аналізу роботи складу, зокрема процесів розвантаження. Імітаційна модель ґрунтується на реальних даних підприємства та дозволяє оцінювати ефективність на основі показників завантаження ресурсів, використання потужностей та вартості простою. При цьому основну увагу наведено на вплив часу обслуговування, місткості зон і організації черг на пропускну спроможність. Водночас такий підхід не передбачає можливість дослідження впливу помилок і затримок у процесі надання складських послуг на загальний час опрацювання заявок.

У роботі [6, с. 15] запропоновано модель робочого процесу складу, що поєднує методологію управління, побудовану на відстеженні станів диспетчерів та обладнання, різних типів завдань та поведінкових особливостей диспетчерів. Робоча модель виступає концептуальною абстракцією паралельної системи планування, тоді як інтегрована методологія відтворює повний цикл прийняття рішень для запобігання блокуванням під час виконання операцій. Разом із тим цей підхід детально описує внутрішні процеси управління, але не враховує вплив затримок у виконанні заявок і не дає змоги визначити оптимальну чисельність персоналу для стабільної роботи складу.

У роботі [7] пропонується застосовувати дворівневий підхід, що поєднує аналіз часових рядів для прогнозування попиту з методами підкріплювального навчання. Така комбінація дає змогу оптимізувати стратегії управління запасами й розподілу ресурсів у комплексних виробничо-складських системах. Попри цінність цього підходу для прогнозування та планування запасів, він не охоплює деталізацію внутрішніх процесів обробки заявок, які відбуваються всередині складу.

Актуальність дослідження визначається зростаючою потребою у підвищенні результативності роботи складських підприємств, зокрема під час підтримки зовнішньоторговельних операцій. Імітаційне моделювання дає змогу врахувати не лише тривалість виконання окремих операцій, а й вплив можливих помилок і затримок на загальний час обслуговування клієнтів. Це створює передумови для більш обґрунтованого планування ресурсів і чисельності персоналу, що підсилює надійність та конкурентоспроможність логістичних процесів.

#### Формулювання мети дослідження

Метою даного дослідження є оптимізація діяльності складського підприємства за рахунок застосування імітаційної моделі його функціонування. Реалізація такого підходу забезпечить можливість: формувати рекомендації для керівництва складських підприємств щодо підвищення ефективності обслуговування замовників; здійснювати планування тривалості виконання складських операцій з урахуванням можливих помилок та затримок на кожній стадії процесу; визначати необхідну штатну чисельність персоналу для забезпечення якісного виконання логістичних послуг.

#### Викладення основного матеріалу дослідження

Для дослідження роботи складського підприємства та можливості визначення оптимальної кількості менеджерів при обслуговуванні замовників було використано розроблену авторами ІМ, опис якої наведено в роботі [8]. З метою визначення показників ефективності роботи складського підприємства, які потребують оптимізації, доцільним є дослідження видів робіт, що виконуються профільним фахівцем на кожному етапі обслуговування. Кількісний та якісний склад штату підприємства має суттєвий вплив на тривалість виконання робіт, які можуть виконуватися як без помилок так і за їх наявності. В залежності від кількості заявок, що надходять на складське обслуговування, буде виникати потреба у плануванні кадрового забезпечення підприємства з метою мінімізації черг та скорочення часу надання послуг за окремими видами робіт. В таблиці 1 наведено перелік етапів та видів робіт, які виконуються фахівцями підприємства.

Імітаційна модель, яка розроблена авторами в роботі [8], відтворює етапи обслуговування замовників, що характеризуються рядом чинників, таких як: кількість менеджерів, залучених до обслуговування окремого потоку заявок ( $n_k$ ); тривалість виконання окремого етапу обслуговування ( $m_{ij} \pm \sigma_{ij}$ , хв.); середній час затримки при виникненні помилок ( $\mu_{ij} \pm \varepsilon_{ij}$ , хв). Розглядаються умови роботи складського підприємства, що передбачає імовірність виникнення помилок ( $\gamma_{ij}$ ) та затримок ( $\lambda_{ij}$ ) на кожному етапі обслуговування.

В процесі моделювання визначаються наступні характеристики роботи складу: тривалість складського обслуговування ( $t_j$ , хв.); тривалість очікування у черзі на складське обслуговування ( $w_k$ , хв.); довжина черги на складське обслуговування ( $\eta_k$ , зам.); частка заявок, що обслужені без простою в черзі ( $v_k$  %); коефіцієнт завантаження менеджерів ( $\psi_k$ ); середнє число зайнятих менеджерів ( $\rho_k$ ); імовірність відмови в обслуговуванні ( $q_k$ ); пропускна спроможність ( $A$ , зам / міс).

Показники ефективності при моделюванні роботи складського підприємства відображаються наступними даними результатів дослідження: оптимальна кількість менеджерів для складського обслуговування ( $n_k^*$ ); скорочення тривалості складського обслуговування ( $\Delta t_j$ , %); збільшення пропускної спроможності ( $\Delta A$ , %); скорочення імовірності відмови в обслуговуванні ( $\Delta q$  %).

Для моделювання процесу надання складських послуг при організації міжнародних перевезень вантажів, з урахуванням часових характеристик роботи фахівців складського підприємства на досліджуваних етапах обслуговування, було використано теорію масового обслуговування.

Результати моделювання організації складського обслуговування за наявності помилок у роботі фахівців складського підприємства та без помилок на усіх етапах наведено у таблиці 2.

За результатами дослідження можна зробити висновок, що за умови допущення помилок у обслуговуванні тривалість складського обслуговування може збільшитися на 69,3 хв. Після розширення штатної чисельності операторів та адміністраторів дана величина зменшується до 50,7 хв.

Таблиця 1

**Види робіт при організації складського обслуговування замовників**

№ етапу	Назва етапу	Найменування роботи	Виконавець
1	Прийом товару	Приймання заявки на розміщення товару на складі (від клієнта або логістичного відділу)	Адміністратор
		Перевірка документів на товар (накладна, рахунок, сертифікати)	Адміністратор
		Огляд товару на відповідність документам (кількість, упаковка, якість)	Оператор
		Прийом товару на склад (реєстрація в обліковій системі)	Оператор
		Визначення місця зберігання товару на складі	Логіст
2	Розміщення товару	Транспортування товару до місця зберігання (з використанням спецтехніки)	Оператор
		Розміщення товару на полицях/місцях зберігання відповідно до системи	Оператор
		Маркування місця зберігання (етикетка, штрихкод)	Оператор
		Оновлення облікової системи з інформацією про розміщення товару	Адміністратор
3	Підготовка до випуску товару	Приймання заявки на видачу товару (від клієнта або логістичного відділу)	Адміністратор
		Перевірка товару на готовність до видачі (упакування, кількість)	Оператор
		Підготовка супровідних документів для видачі товару (накладна, рахунок).	Адміністратор
		Комплектація товару для видачі	Оператор
4	Випуск товару	Завантаження товару в транспортний засіб (за необхідності спецтехніки)	Оператор, водій
		Перевірка документів водія або клієнта на отримання товару	Адміністратор
		Підписання документів на видачу товару (накладна, акт передачі).	Адміністратор
		Оновлення облікової системи після видачі товару.	Адміністратор
5	Аналіз і завершення процесу	Перевірка залишків товару на складі після видачі	Логіст
		Архівація документів про прийом і видачу товару	Адміністратор
		Аналіз ефективності розміщення та випуску товарів	Керівник

Таблиця 2

**Результати моделювання середнього часу обслуговування заявки**

Етапи обслуговування	Наявність помилок		Без помилок	
	Середнє значення часу обслуговування, хв.	Середнє квадратичне відхилення, хв.	Середнє значення часу обслуговування, хв.	Середнє квадратичне відхилення, хв.
<i>До оптимізації персоналу</i>				
Етап 1, $t_1$	219,7	45,0	206,8	41,1
Етап 2, $t_2$	148,0	47,9	131,3	42,3
Етап 1 – Етап 2	367,7	77,3	338,0	64,3
Етап 3, $t_3$	238,2	77,7	218,1	67,9
Етап 4, $t_4$	150,4	48,8	139,0	43,1
Етап 3 – Етап 4	388,6	111,3	357,1	94,6
Етап 5, $t_5$	173,8	46,4	165,9	43,6
Етап 1 – Етап 5	930,2	142,6	860,9	129,1
<i>Після оптимізації персоналу</i>				
Етап 1, $t_1$	207,4	44,1	195,6	41,6
Етап 2, $t_2$	112,3	27,9	99,3	24,6
Етап 1 – Етап 2	319,8	60,8	294,9	55,0
Етап 3, $t_3$	165,6	44,9	153,3	38,4
Етап 4, $t_4$	112,1	29,5	104,8	26,0
Етап 3 – Етап 4	277,8	63,2	258,2	55,4
Етап 5, $t_5$	151,4	42,7	145,2	40,4
Етап 1 – Етап 5	748,9	133,1	698,2	115

За даними звітів, отриманими в результаті моделювання роботи складського підприємства при обслуговуванні замовників, визначені основні показники результатів моделювання та розраховано тривалість простою в чергах на обслуговування, які наведено в таблиці 3.

Таблиця 3

Результати моделювання роботи фахівців складського підприємства

Основні показники моделювання	Адміністратор		Оператор		Логіст		Керівник	
	помилки («+» – наявна; «-» – відсутня)							
	+	-	+	-	+	-	+	-
<i>До оптимізації персоналу</i>								
Середній час простою в черзі $w_k$ , хв.	40,0	37,0	13,9	9,5	12	11,6	9,6	8,8
Середня довжина черги, $\eta_k$ , зам	2,2	2,1	0,7	0,4	0	0,2	0,1	0,1
Частка заявок, обслужених без простою в черзі, $v_k$ %	21,6	22,5	64,3	70,5	60	60,0	76,1	76,9
Тривалість простою у черзі, $LT_k$	80,0	70,2	8,3	3,8	2	2,3	1,0	0,9
Кількість менеджерів, $n_k$	2	2	3	3	1	1	1	1
Коефіцієнт завантаження менеджерів, $\psi_k$	1,0	1,0	0,8	0,8	1	0,6	0,4	0,4
Середнє число зайнятих менеджерів, $\rho_k$	2,0	2,0	2,4	2,3	1	0,6	0,4	0,4
Імовірність відмови в обслуговуванні, $q_k$	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-
Пропускна спроможність, $A$ , зам / міс	105,6	107,0	-	-	-	-	-	-
<i>Після оптимізації персоналу</i>								
Середній час простою в черзі $w_k$ , хв.	11,5	10,1	6,5	4,4	25	23,7	10,0	9,6
Середня довжина черги, $\eta_k$ , зам	0,8	0,7	0,3	0,2	1	0,6	0,1	0,1
Частка заявок, обслужених без простою в черзі, $v_k$ %	56,1	59,4	78,9	85,0	39	39,3	72,0	72,3
Тривалість простою у черзі, $LT_k$	11,5	10,1	6,5	4,4	25	23,7	10,0	9,6
Кількість менеджерів, $n_k$	3	3	4	4	1	1	1	1
Коефіцієнт завантаження менеджерів, $\psi_k$	0,8	0,8	0,7	0,7	1	0,8	0,5	0,5
Середнє число зайнятих менеджерів, $\rho_k$	2,5	2,4	2,9	2,7	1	0,8	0,5	0,5
Імовірність відмови в обслуговуванні, $q_k$	0,1	0,04	-	-	-	-	-	-
Пропускна спроможність, $A$ , зам / міс	135,3	135,5	-	-	-	-	-	-

На основі отриманих результатів моделювання встановлено, що після оптимізації штату підприємства частка заявок, обслужених адміністраторами без простою в черзі зросла на 34,5% за наявності помилок в обслуговуванні та 36,9% без допущення помилок. Тривалість простою в черзі за наявності помилок зменшилася на 68,5 хв, а без помилок – 60,1 хв. Аналіз отриманих результатів моделювання показує, що «вузьким місцем» у процесі обробки заявок є кількість адміністраторів, збільшення якої дозволить підвищити пропускну спроможність складського підприємства і скоротити час обслуговування замовників.

Результати імітаційного моделювання свідчать про те, що при плануванні кадрового забезпечення складського підприємства у відповідності до наявного потоку замовлень за умови наявності помилок та без помилок в обслуговуванні змінюються наступні показники: тривалість обслуговування та коефіцієнт завантаженості менеджерів зменшуються; середня кількість зайнятих менеджерів, частка заявок, які обслужені без простою в черзі та пропускна спроможність збільшуються; середній час простою в черзі та імовірність відмови у обслуговуванні скорочуються.

**Висновки**

Застосування імітаційного моделювання дає можливість формувати обґрунтовані рекомендації для конкретного складського підприємства з урахуванням його матеріально-технічних і кадрових ресурсів. На основі результатів моделювання можна виявляти сильні та слабкі сторони діяльності, оцінювати основні показники ефективності обслуговування замовників та здійснювати стратегічне планування.

Результати досліджень показали, що при застосуванні оптимізаційних рішень у вигляді збільшення кількості адміністраторів та операторів, навіть за умови допущення помилок в обслуговуванні, середній час простою в черзі скоротиться на 28,5 хв. При цьому пропускна спроможність складу збільшиться на 30 зам / міс. Відповідно при відсутності помилок у роботі фахівців середній час перебування в черзі скоротиться на 27,1 хв, а пропускна спроможність зросте на 28 зам / міс. Таким чином використання імітаційного моделювання сприятиме оптимізації діяльності складського підприємства та підвищенню його конкурентоспроможності на ринку послуг.

**Список використаної літератури**

1. Машак Н., Зеленюк В. Оптимізація складської діяльності підприємства на засадах логістики. *Економіка та суспільство*. 2022. № 43. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-43-33> (дата звернення: 26.11.2025).
2. Багорка М., Якубенко Ю. Напрями підвищення ефективності складської логістики. *Сталий розвиток економіки*. 2023. № 1(46). С. 9–14. URL: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2023-46-1> (дата звернення: 26.11.2025).

3. Simulation modeling of warehouse operations of a transport company / K. Kolesnyk et al. *Computer Design Systems. Theory and Practice*. 2023. Vol. 5, no. 1. P. 8–18. URL: <https://doi.org/10.23939/cds2023.01.008> (date of access: 26.11.2025).
4. Erlangga S. B., Yunita A., Satriana S. R. Development of Automatic Real Time Inventory Monitoring System using RFID Technology in Warehouse. *JOIV : International Journal on Informatics Visualization*. 2022. Vol. 6, no. 3. P. 636. URL: <https://doi.org/10.30630/joiv.6.3.1231> (date of access: 26.11.2025).
5. Kim T. Y. Improving warehouse responsiveness by job priority management: A European distribution centre field study. *Computers & Industrial Engineering*. 2020. Vol. 139. P. 105564. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.12.011> (date of access: 26.11.2025).
6. Fedorko G., Molnár V., Mikušová N. The Use of a Simulation Model for High-Runner Strategy Implementation in Warehouse Logistics. *Sustainability*. 2020. Vol. 12, no. 23. P. 9818. URL: <https://doi.org/10.3390/su12239818> (date of access: 26.11.2025).
7. Hosseini M., Madathil S. C., Khasawneh M. T. Reinforcement learning-based simulation optimization for an integrated manufacturing-warehouse system: a two-stage approach. *Expert Systems with Applications*. 2025. P. 128259. URL: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2025.128259> (date of access: 26.11.2025).
8. Construction of a simulation model of the work of a warehouse enterprise as a link in the logistics chain / I. Lebid et al. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2025. Vol. 5, no. 3 (137). P. 36–45. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.341456> (date of access: 27.11.2025).

#### References

1. Mashchak, N., & Zeleniuk, V. (2022). Warehouse activities optimization of the enterprise on the basis of logistics. *Economy and Society*, (43). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-43-33>.
2. Bahorka, M., & Yakubenko, Y. (2023). DIRECTIONS OF IMPROVING THE EFFICIENCY OF WAREHOUSE LOGISTICS. *Sustainable Development of Economy*, (1(46)), 9-14. <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2023-46-1>.
3. Kolesnyk, K., Khusnutdinov, M., Trochimczuk, R., & Artyshchuk, I. (2023b). Simulation modeling of warehouse operations of a transport company. *Computer Design Systems. Theory and Practice*, 5(1), 8–18. <https://doi.org/10.23939/cds2023.01.008>.
4. Erlangga, S. B., Yunita, A., & Satriana, S. R. (2022b). Development of Automatic Real Time Inventory Monitoring System using RFID Technology in Warehouse. *JOIV : International Journal on Informatics Visualization*, 6(3), 636. <https://doi.org/10.30630/joiv.6.3.1231>.
5. Kim, T. Y. (2020). Improving warehouse responsiveness by job priority management: A European distribution centre field study. *Computers & Industrial Engineering*, 139, 105564. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.12.011>.
6. Fedorko, G., Molnár, V., & Mikušová, N. (2020). The Use of a Simulation Model for High-Runner Strategy Implementation in Warehouse Logistics. *Sustainability*, 12(23), 9818. <https://doi.org/10.3390/su12239818>.
7. Hosseini, M., Madathil, S. C., & Khasawneh, M. T. (2025). Reinforcement learning-based simulation optimization for an integrated manufacturing-warehouse system: a two-stage approach. *Expert Systems with Applications*, 128259. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2025.128259>.
8. Lebid, Ie., Luzhanska, N., Lebid, I., Mazurenko, A., Mykhailenko, I., & Sharai, S. (2025). Construction of a simulation model of the work of a warehouse enterprise as a link in the logistics chain. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5(3 (137)), 36–45. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.341456>.

Дата першого надходження рукопису до видання: 23.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 19.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025