

Олександр П. Величко¹, Ігор М. Біловербенко²,
Юрій В. Вінніков³, Віталій В. Лук'яненко⁴

ОПТИМІЗАЦІЙНІ МОДЕЛІ В ЛОГІСТИЧНОМУ МЕНЕДЖМЕНТІ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ ДИНАМІЧНОГО БІЗНЕС-СЕРЕДОВИЩА

Статтю присвячено дослідженню оптимізаційних моделей у логістичному менеджменті підприємств в умовах динамічного бізнес-середовища, воєнних ризиків та економічної нестабільності в Україні. Обґрунтовано актуальність використання економіко-математичних методів і моделей як інструментів підвищення ефективності управління матеріальними, інформаційними та фінансовими потоками підприємств. У роботі систематизовано наукові підходи вітчизняних дослідників до оптимізації логістичних процесів, визначено їх роль у забезпеченні адаптивності та стійкості підприємств до зовнішніх викликів. На основі фінансово-виробничих показників провідних молокопереробних підприємств Дніпропетровщини проаналізовано динаміку розвитку та стан логістичної діяльності. Запропоновано використання системи ключових показників ефективності логістики, зокрема комплексного показника логістики (логістичної ентропії), для оцінювання рівня впорядкованості та передбачуваності логістичних процесів. Проведені розрахунки свідчать про тенденцію до зниження логістичної ентропії, що вказує на підвищення керованості логістичних систем і якості логістичного сервісу. У статті здійснено моделювання та оптимізацію каналів збуту молочної продукції з використанням інструментарію лінійного програмування. Отримані результати підтверджують можливість зростання обсягів реалізації, підвищення рівня товарності продукції та збільшення доходів від збуту. Крім того, розв'язано транспортну задачу лінійного програмування, що дозволило сформулювати оптимальний план перевезень і досягти скорочення транспортно-логістичних витрат. Зроблено висновок, що застосування оптимізаційних моделей у логістичному менеджменті є ефективним інструментом підвищення конкурентоспроможності підприємств, раціонального використання ресурсів і забезпечення їх сталого розвитку. Перспективи подальших досліджень пов'язані з поглибленням цифровізації логістичних процесів та інтеграцією оптимізаційних моделей у систему стратегічного управління підприємствами.

Ключові слова. Оптимізаційні моделі, логістичний менеджмент, підприємства, бізнес-середовище, економіко-математичні методи, логістична ентропія, канали збуту, транспортна задача.

Табл. 7. Рис. 3. Літ. 11.

DOI: 10.32752/1993-6788-2026-1-295-26-43

Oleksandr Velychko, Ihor Biloverbenko, Yurii Vinnikov, Vitalii Lukianenko OPTIMIZATION MODELS IN LOGISTICS MANAGEMENT OF ENTERPRISES IN A DYNAMIC BUSINESS ENVIRONMENT

The article is devoted to the study of optimization models in the logistics management of enterprises in the conditions of a dynamic business environment, military risks and economic instability in Ukraine. The relevance of using economic and mathematical methods and models as tools for increasing the efficiency of managing material, information and financial flows of enterprises is

¹ Dnipro State Agrarian and Economic University, Ukraine.

² Dnipro State Agrarian and Economic University, Ukraine.

³ Dnipro State Agrarian and Economic University, Ukraine.

⁴ Dnipro State Agrarian and Economic University, Ukraine.

substantiated. The work systematizes the scientific approaches of domestic researchers to the optimization of logistics processes, determines their role in ensuring the adaptability and resilience of enterprises to external challenges. Based on the financial and production indicators of the leading dairy processing enterprises of the Dnipropetrovsk region, the dynamics of development and the state of logistics activities are analyzed. The use of a system of key indicators of logistics efficiency, in particular the complex indicator of logistics (logistic entropy), is proposed to assess the level of orderliness and predictability of logistics processes. The calculations conducted indicate a tendency to reduce logistics entropy, which indicates an increase in the manageability of logistics systems and the quality of logistics service. The article models and optimizes the distribution channels of dairy products using linear programming tools. The results obtained confirm the possibility of increasing sales volumes, increasing the level of product marketability and increasing sales revenues. In addition, the linear programming transport problem was solved, which made it possible to form an optimal transportation plan and achieve a reduction in transport and logistics costs. It is concluded that the use of optimization models in logistics management is an effective tool for increasing the competitiveness of enterprises, rational use of resources and ensuring their sustainable development. Prospects for further research are associated with the deepening of the digitalization of logistics processes and the integration of optimization models into the strategic management system of enterprises.

Keywords. Optimization models, logistics management, enterprises, business environment, economic and mathematical methods, logistics entropy, sales channels, transport problem.

Peer-reviewed, approved and placed: 04.01.2026

Постановка проблеми. Сучасні підприємства функціонують в умовах високої динамічності бізнес-середовища, що супроводжується нестабільністю ринків, зростанням логістичних витрат і порушенням ланцюгів постачання, особливо в умовах війни та економічної нестабільності в Україні. Традиційні підходи до логістичного менеджменту не забезпечують достатньої гнучкості та адаптивності управлінських рішень, що актуалізує потребу в застосуванні оптимізаційних моделей. Водночас недостатньо опрацьованими залишаються питання інтеграції таких моделей у систему логістичного менеджменту підприємств з урахуванням динамічних змін бізнес-середовища.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналіз наукових джерел свідчить про зростаючу увагу вітчизняних дослідників до проблем оптимізації логістичного менеджменту в умовах динамічного бізнес-середовища. Так, у працях Зось-Кіур М. В. логістичний менеджмент розглядається як складова системи стратегічного управління підприємством, де оптимізаційні моделі відіграють ключову роль у забезпеченні ефективного використання ресурсів, підвищенні адаптивності логістичних процесів та обґрунтуванні управлінських рішень в умовах невизначеності та ризиків [3]. Автор акцентує увагу на необхідності інтеграції економіко-математичних моделей у загальну систему менеджменту підприємства.

У дослідженнях Гнатенко І. А. значна увага приділяється розвитку підприємств на основі інноваційних та адаптивних підходів до управління, зокрема логістичними процесами. Автор підкреслює, що оптимізаційні моделі дозволяють враховувати багатокритеріальність логістичних завдань, мінімізувати витрати та підвищувати стійкість підприємств до змін зовнішнього середовища, що є особливо актуальним у сучасних умовах економічної нестабільності [2].

Праці Воронько-Невідничої Т. В. спрямовані на дослідження логістичної діяльності підприємств як цілісної системи, в якій оптимізаційні моделі виступають інструментом підвищення ефективності управління матеріальними, інформаційними та фінансовими потоками [1]. Авторка наголошує на необхідності адаптації класичних моделей оптимізації до реальних умов функціонування підприємств, з урахуванням динамічних змін ринку та обмеженості ресурсів.

У роботах інших вітчизняних дослідників логістики акцент робиться на застосуванні економіко-математичних методів для оптимізації транспортних, складських та розподільчих процесів, а також на можливостях використання цифрових технологій для підвищення якості управлінських рішень [5]. Підкреслюється, що саме моделювання дозволяє формалізувати складні логістичні процеси та підвищити їх прозорість.

Разом із тим, у наукових публікаціях, присвячених оптимізації логістичних систем, зазначається, що більшість моделей мають обмежене практичне застосування через недостатню адаптацію до умов динамічного бізнес-середовища та специфіки діяльності конкретних підприємств [9]. Це зумовлює необхідність подальших досліджень, спрямованих на розвиток та удосконалення оптимізаційних моделей логістичного менеджменту з урахуванням сучасних викликів і потреб підприємств.

Метою дослідження є узагальнення оптимізаційних моделей в логістичному менеджменті підприємств в умовах динамічного бізнес-середовища.

Основні результати дослідження. Вивчаючи систему логістичного менеджменту підприємств в умовах динамічного бізнес-середовища, суб'єкт господарювання моделює та оптимізує скорочення витрат на логістику та пошук резервів збільшення фінансових результатів. В таких умовах дослідження підприємства використовують різні методи раціонального використання ресурсів, зокрема економіко-математичні методи та моделі, а саме оптимізаційні моделі, моделювання каналів збуту, скорочення транспортних витрат, транспортні задачі на мережі та теорію масового обслуговування.

Для вивчення системи логістичного менеджменту та її оптимізації запропоновано провідні молокопереробні підприємства Дніпропетровщини:

ПрАТ «Комбінат Придніпровський» (ТМ «Злагода») – одне з найбільших підприємств у регіоні з виробництва широкого асортименту молочної продукції;

ТОВ «Єкатеринославський Молочний Комплекс» – великий виробник молока та молочних продуктів.

ТОВ «Дніпро Мілк Груп» – підприємство, яке здійснює виробництво молочної продукції з 2020 р.

На основі фінансової звітності проаналізуємо фінансову та виробничу діяльність представлених молокопереробних підприємств за останній період (табл. 1 та табл. 2).

Спостерігаємо зростання основних фінансових показників провідних молокопереробних підприємств Дніпропетровщини за останній період.

Таблиця 1. Фінансові показники провідних молокопереробних підприємств Дніпропетровщини, 2020-2025 рр. (за 2025 р. за три квартали)

ПРАТ «Комбінат Придніпровський»									
Показники	2020	2021	2022	2023	2024	три квартали 2025	Відхилення 2025 р. від 2020 р, +, -	Відхилення 2025 р. від 2020 р, %	
Дохід, тис. грн.	1565803,00	1773469,00	2054535,00	2522080,00	3392267,00	2688240,00	1122437,00	171,68	
Чистий прибуток, тис. грн.	84444,00	44304,00	133076,00	165116,00	136184,00	174854,00	89910,00	206,47	
Активи, тис. грн.	389163,00	461818,00	575154,00	788761,00	949039,00	1131587,00	742424,00	290,77	
Зобов'язання, тис. грн.	63898,00	96589,00	76849,00	127914,00	160 688	173222,00	109324,00	271,09	
Середня зарплата до оподаткування, грн.	16986,00	17170,00	18986	21070,00	25891,00	26486,00	9500,00	155,93	
Кількість працівників, осіб	954	937	920	932	959	968	14	101,47	
ТОВ «Єкатеринославський Молочний Комплекс»									
Показники	2020	2021	2022	2023	2024	три квартали 2025	Відхилення 2025 р. від 2020 р, +, -	Відхилення 2025 р. від 2020 р, %	
Дохід	247525,00	332218,00	365704,00	422695,00	602411,00	511559,00	264034,00	206,67	
Чистий прибуток, тис. грн.	75926,00	127042,00	98792,00	88217,00	224290,00	125798,00	49872,00	165,69	
Активи, тис. грн.	593971,00	692785,00	760027,00	810628,00	1041262,00	1145109,00	551138,00	192,79	
Зобов'язання, тис. грн.	58744,00	56652,00	52102,00	58393,00	70900,00	51445,00	-7299,00	87,57	
Середня зарплата до оподаткування, грн.	11552,00	12771,00	17757,00	21030,00	28196,00	29726,00	18174,00	257,32	
Кількість працівників, осіб	187	195	190	202	204	204	17	109,09	
ТОВ «Дніпро Мільк Груп»									
Показники	Дата реєстрації: 24.12.2020	2021	2022	2023	2024	три квартали 2025	Відхилення 2025 р. від 2021 р, +, -	Відхилення 2025 р. від 2021 р, %	
Дохід		85512,00	86054,00	90596,00	326130,00	328672,00	243160,00	384,36	
Чистий прибуток, тис. грн.		691,00	844,00	4197,00	6086,00	7839,00	7148,00	1134,44	
Активи, тис. грн.		23948,00	26818,00	29688,00	105695,00	108565,00	84617,00	453,34	
Зобов'язання, тис. грн.	X	17756,00	34220,00	50523,00	74168,00	90551,50	72795,50	509,98	
Середня зарплата до оподаткування, грн.		10400,00	11520,00	12640,00	13760,00	14880,00	4480,00	143,08	
Кількість працівників, осіб		78	58	68	82	80	2	102,56	

Таблиця 2. Показники виробничої діяльності провідних молокопереробних підприємств Дніпропетровщини, 2020-2024 рр.

ПрАТ «Комбінат Придніпровський»						
Показники	2020	2021	2022	2023	2024	Відхилення 2024 р. від 2020 р., %
Собівартість реалізованої продукції, тис. грн.	819700,27	1124971,81	1306506,53	1479614,59	1831694,70	223,46
Середній залишок запасів (рядок звітності запаси), тис. грн.	105674,63	127062,01	493086,11	497162,02	797422,60	754,60
Логістичні витрати (в т.ч. витрати на збут), тис. грн.	219,37	749,60	5936,42	1808,63	2035,52	927,90
Загальні операційні витрати, тис. грн.	1284548,25	2330299,78	2583292,21	2707487,68	3703916,55	288,34
Гроші та їх еквіваленти, тис. грн.	18529,03	317,14	7660,21	44883,64	203735,79	1099,55
Власний капітал, тис. грн.	2327112,10	2723714,85	3120480,21	3245108,65	4303921,49	184,95
Рух коштів в результаті операційної діяльності						
Надходження від: Реалізації продукції (товарів, робіт, послуг), тис. грн.	1607495,10	2148872,55	2152993,68	2311221,58	3493876,75	217,35
ТОВ «Скаторинославський Молочний Комплекс»						
Показники	2020	2021	2022	2023	2024	Відхилення 2024 р. від 2020 р., %
Собівартість реалізованої продукції, тис. грн.	160675	234119	269822	320689	389641	242,50
Середній залишок запасів (рядок звітності запаси), тис. грн.	20714	26443	101833	107754	169629	818,91
Логістичні витрати (в т.ч. витрати на збут), тис. грн.	43	156	1226	392	433	1006,98
Загальні операційні витрати, тис. грн.	251793	484961	533506	586816	787903	312,92
Гроші та їх еквіваленти, тис. грн.	3632	66	1582	9728	43339	1193,25
Власний капітал, тис. грн.	456153	566835	644447	703339	915537	200,71
Рух коштів в результаті операційної діяльності						
Надходження від: Реалізації продукції (товарів, робіт, послуг), тис. грн.	315096,00	447204,00	444640,00	500930,00	743223,00	235,87

Закінчення табл. 2.

ТОВ «Дніпро Мілк Груп»							
Показники	2020	2021	2022	2023	2024	Відхилення 2024 р. від 2021 р., -	Відхилення 2024 р. від 2021 р., %
Середній залишок запасів (рядок звітності запаси), тис. грн.	10577,20	31085,86	36273,62	68184,21	57607,01	644,63	
Логістичні витрати (в т.ч. витрати на збул), тис. грн.	62,40	374,25	131,96	174,05	111,65	278,92	
Загальні операційні витрати, тис. грн.	193984,40	162859,73	197542,02	316706,11	122721,71	163,26	
Гроші та їх еквіваленти, тис. грн.	86,00	3736,00	4962,67	5795,17	5709,17	6738,57	
Власний капітал, тис. грн.	7082	23634	29744,67	38465,67	31383,67	543,15	
Рух коштів в результаті операційної діяльності							
Надходження від:							
Реалізації продукції (товарів, робіт, послуг), тис. грн.	178881,60	135732,21	168629,90	298746,50	119864,90	167,01	

Спостерігається динамічне зростання всіх основних показників виробничої діяльності провідних молокопереробних підприємств Дніпропетровщини за останній період.

Далі переходимо до аналізування системи логістичного менеджменту обраних молокопереробних підприємств Дніпропетровщини за останній період.

Коротко окреслимо основні визначники логістичної системи.

Комплексний показник логістики – це сукупність ключових показників ефективності (KPI), що оцінюють результативність логістичних процесів, об'єднуючи фінанси, час, якість та задоволеність клієнтів; він спрямований на оптимізацію витрат, підвищення швидкості, надійності та рівня сервісу через аналіз показників, таких як вартість доставки, точність виконання замовлень та рівень запасу, часто інтегрується у загальну метрику, як-от «логістична ентропія»

Основними групами показників є:

- фінансові: вартість одиниці продукції, співвідношення логістичних витрат до продажів, змінні витрати;
- часові: своєчасність доставки, швидкість виконання замовлення (від отримання до відвантаження), час обробки документів;
- якісні: відсоток виконаних замовлень, рівень утилізації транспортного засобу, точність комплектації замовлень, відповідність якості товару;
- операційні: рівень запасів, ефективність складських операцій, коефіцієнт використання складських площ.

Логістична ентропія – комплексний показник, що відображає рівень хаосу або неорганізованості в логістичній системі підприємства, інтегруючи різні аспекти роботи. Логістична ентропія означаючи рівень невизначеності та хаосу у логістичних процесах чи системах, вона показує, наскільки непередбачуваним є потік, як легко виникає хаос у ланцюгах постачання, і, за Шенноном, як багато інформації потрібно для опису стану системи.

Висока ентропія в логістиці означає високий рівень хаосу, непередбачуваності, велику кількість можливих станів (наприклад, невідомі маршрути, непередбачувані затримки), що вимагає більше інформації для управління та призводить до неефективності. Низька ентропія означає впорядкованість, передбачуваність, чіткіші потоки (наприклад, налагоджений маршрут, прогнозований час доставки), що спрощує управління.

Щодо сфери застосування, то показники логістики можуть бути використані в теорії інформації для вимірювання невизначеності в даних, що надходять логістичними каналами; в системі управління запасами для оцінки непередбачуваності попиту; моделюванні ланцюгів постачання для розуміння, як збої в одній точці впливають на всю систему, поширюючи хаос, теорії управління описує розупорядкованість внутрішньої структури системи.

В табл. 3 представлено ключові показники, що найчастіше використовуються на практиці, для визначення ефективності логістичної системи підприємства.

Таблиця 3. Ключові показники для визначення ефективності логістичної системи підприємства, розроблено на основі [4; 8; 10]

Показник	Формула / визначення	Економічна інтерпретація
Коефіцієнт обіговості запасів	$K_o = \text{Собівартість реалізованої продукції} / \text{Середній залишок запасів}$	Визначає, скільки разів за період підприємство оновлює товарні запаси
Частка витрат на логістику	$Ч_{\text{л}} = \text{Логістичні витрати} / \text{Загальні операційні витрати} \times 100\%$	Визначає частку логістичних витрат у загальних витратах підприємства
Логістичний прибуток	$П_{\text{л}} = \text{Виторг від логістичної діяльності} - \text{Логістичні витрати}$	Показує дохід від логістики після покриття відповідних витрат
Рентабельність логістики	$R_{\text{л}} = П_{\text{л}} / З_{\text{л}} \times 100\%$	Відображає прибуток з кожної гривні витрат на логістику
Ефективність логістичних витрат	$E_{\text{л}} = (B - З_{\text{л}}) / З_{\text{л}} \times 100\%$	Інтегральна оцінка віддачі від витрат на логістику
Середній час логістичного циклу	$T_c = (\sum t_i) / n$	Визначає середню тривалість логістичного замовлення
Витрати на одиницю доставки	$C_{\text{од}} = З_{\text{л}} / N$	Оцінює ефективність витрат у розрахунку на одиницю доставки

На основі табл. 3 та публічної інформації обраних молокопереробних підприємств Дніпропетровщини проведемо розрахунки ключових показників логістичної діяльності суб'єктів господарювання за останній період (табл. 4).

Якщо характеризувати комплексний показник логістики (логістична ентропія) молокопереробних підприємств Дніпропетровщини за останній період та враховуючи його нормативне значення, спостерігаємо його зниження, що може вказувати на відносну впорядкованість, передбачуваність, чіткіші потоки, налагоджений маршрут, прогнозований час доставки, що спрощує управління.

В табл. 5 сформовано ключові показники для визначення ефективності логістичної системи молокопереробних підприємств Дніпропетровщини за останній період.

Графічно логістичні витрати та логістичний прибуток провідних молокопереробних підприємств Дніпропетровщини за останній період представлено на рис. 1.

Основні коефіцієнти ефективності логістичної діяльності молокопереробних підприємств Дніпропетровщини за останній досліджуваний період представлено рис. 2.

Наступний етап – проведення оптимізація каналів збуту молочної продукції. Канали збуту молокопереробних підприємств України включають класичні роздрібні мережі (супермаркети, магазини), гуртову торгівлю, HoReCa (готелі, ресторани, кафе), експорт (хоча зараз обмежений), прямі продажі через власні магазини/онлайн-платформи та дистриб'ютивну мережу, а також продаж на переробку іншим заводам.

Таблиця 4. Основні показники для визначення ефективності логістичної системи молокопереробних підприємств Дніпропетровщини, 2020-2024 рр., на основі [4; 8; 10]

Основні показники та коефіцієнти логістики	ПРАТ «Комбінат Придніпровський»						Відхилення 2024 р. від 2020 р., %
	2020	2021	2022	2023	2024	Відхилення 2024 р. від 2020 р., +, -	
Коефіцієнт обіговості запасів	7,76	8,85	2,65	2,98	2,30	-5,46	X
Частка витрат на логістику	0,02	0,03	0,23	0,07	0,05	0,04	X
Логістичний прибуток	84224,6	43554,4	127139,5	163307,3	134148,4	49923,8	159,2
Рентабельність логістики	3,85	5,91	2,24	9,13	6,69	2,84	X
Ефективність логістичних витрат	71,37	23,65	3,45	13,93	16,66	-54,71	X
Якість продукції, %	89,94	89,32	88,70	89,08	90,06	0,12	X
Товарність продукції, %	102,66	121,17	104,79	91,64	103,00	0,33	X
Задоволеність клієнтів (вимірюється за допомогою ключових метрик 0-10 балів)	8,86	8,64	9,04	9,22	9,26	0,40	104,51
Комплексний показник логістики (Логістична ентропія), в.п.	40,64	36,80	30,16	30,86	32,57	-8,06	X
ТОВ «Скаторинославський Молочний Комплекс»							
Основні показники та коефіцієнти логістики	2020	2021	2022	2023	2024	Відхилення 2024 р. від 2020 р., +, -	Відхилення 2024 р. від 2020 р., %
Коефіцієнт обіговості запасів	7,37	8,41	2,52	2,83	2,18	-5,19	X
Частка витрат на логістику	0,03	0,05	0,34	0,10	0,08	0,06	X
Логістичний прибуток	247482,0	332062,0	364478,0	422303,0	601978,0	354496,0	243,24
Рентабельність логістики	57,56	21,30	29,83	10,78	13,91	-43,65	X
Ефективність логістичних витрат	4,60	11,96	0,65	4,16	3,67	-0,92	X
Якість продукції, %	91,40	91,06	91,20	91,32	92,08	0,68	X
Товарність продукції, %	77,99	73,76	73,30	82,54	122,40	44,41	X
Задоволеність клієнтів (вимірюється за допомогою ключових метрик 0-10 балів)	7,92	7,90	8,10	8,26	8,94	1,02	112,88

Закінчення табл. 4.

ТОВ «Дніпро Мілк Груп»							
Основні показники та коефіцієнти логістики	2020	2021	2022	2023	2024	Відхилення 2024 р. від 2021 р., +, -	Відхилення 2024 р. від 2021 р., %
	Коефіцієнт обговорення запасів		8,85	2,65	2,98	2,30	-6,56
Частка витрат на логістику		0,06	0,41	0,12	0,10	0,04	X
Логістичний прибуток		85449,6	85679,7	90464,0	325955,9	240506,35	381,46
Рентабельність логістики		13,70	22,99	6,87	18,74	5,03	X
Ефективність логістичних витрат		31,39	4,40	14,33	10,63	-20,76	X
Якість продукції, %	X	90,08	89,78	92,48	92,18	2,10	X
Товарність продукції, %		88,51	67,13	83,36	86,82	-1,69	X
Задоволеність клієнтів (вимірюється за допомогою ключових метрик 0-10 балів)		9,04	8,96	8,38	8,98	-0,06	99,34
Комплексний показник логістики (Логістична ентропія), в.п.		34,52	28,05	29,79	31,39	-3,13	X

Таблиця 5. Основні показники та коефіцієнти для визначення ефективності логістичної системи молокопереробних підприємств Дніпропетровщини, 2020-2024 рр., на основі [4; 8; 10]

Молокопереробні підприємства	Логістичні витрати (в т.ч. витрати на збут), тис. грн.	Логістичний прибуток, тис. грн.	Рентабельність логістики, %	Ефективність логістичних витрат, %	Комплексний показник логістики (Логістична ентропія), в.п.
ПрАТ «Комбінат Придніпровський»	2149,91	110474,89	5,56	25,81	34,21
ТОВ «Єкатеринославський Молочний Комплекс»	450	393660,60	26,68	5,01	31,73
ТОВ «Дніпро Мілк Груп»	185,67	146887,33	15,58	15,19	30,94

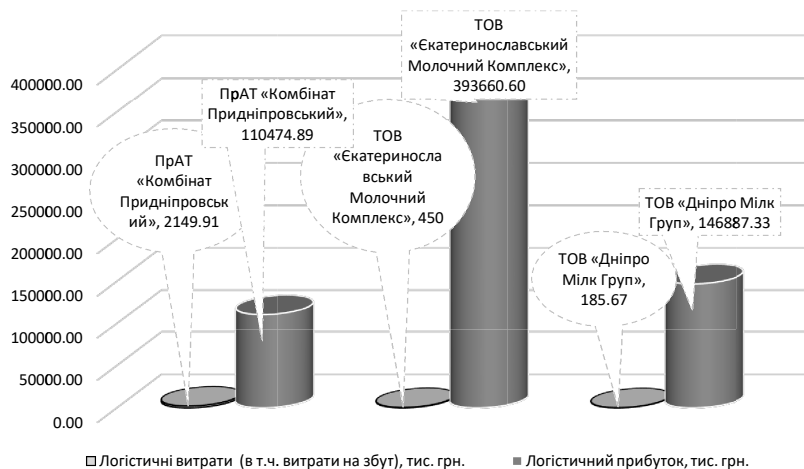


Рис. 1. Логістичні витрати та логістичний прибуток провідних молокопереробних підприємств Дніпропетровщини, 2020-2024 рр., на основі [4; 8; 10]

Основні канали збуту вітчизняної молочної продукції є роздрібна торгівля (Retail): великі мережі супермаркетів: «Сільпо», «АТБ», «Маркетопт», «Varus», «Novus». Вони є основним каналом збуту для масового сегменту.

Значним каналом збуту є постачання молока, вершків, сирів та інших продуктів для закладів харчування. Власними каналами збуту є фірмовий роздріб – власні магазини при заводах; онлайн-магазини – прямі продажі споживачам через інтернет.

Важливим каналом збуту молочної продукції є експорт, але в нинішніх складних умовах постачання продукції за кордон, експорт ускладнений та залежить від військових обставин і логістики.

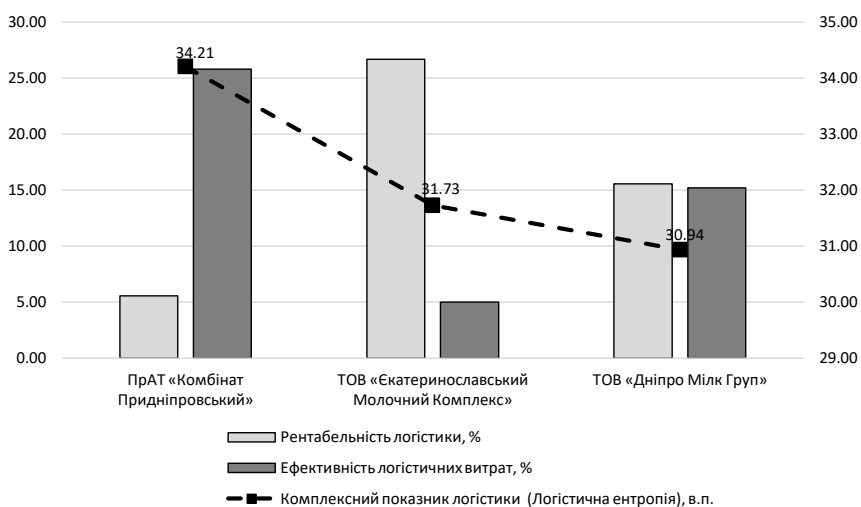


Рис. 2. Основні коефіцієнти ефективності логістичної діяльності молокопереробних підприємств Дніпропетровщини, 2020-2024 рр., на основі [4; 8; 10]

Інші напрямки збутової діяльності суб'єктів господарювання молокопереробної галузі є постачання для громадського харчування (дитячі садки, школи, лікарні), і також продаж сировини (молока-сировини) іншим переробникам.

Враховуючи цю інформацію спробуємо провести моделювання та оптимізацію каналів збуту молочної продукції ПрАТ «Комбінат Придніпровський» на наступний короткостроковий період [7-9].

Маємо первинну інформацію суб'єкта господарювання:

- якість продукції, 2024 р. 90,06%;
- задоволеність клієнтів (вимірюється за допомогою ключових метрик 0-10 балів), 2024 р. 9,26 балів;
- середня ціна реалізації 1 кг, 309,23 грн.;
- ціна по кожному каналу реалізації 1 кг/ грн.;
- товарність продукції 2024 р. 103,00%

З офіційних джерел підприємства відомо, що ПрАТ «Комбінат Придніпровський» основними каналами збуту є:

- великі мережі супермаркетів: «АТБ»
- великі мережі супермаркетів: «Сільпо»

дистриб'юторські компанії
холодний ланцюг

HoReCa

власні магазини при заводах

онлайн-магазин: <https://www.zlagoda.dp.ua/>

<https://www.zlagoda.dp.ua/contact/>

В 2024 р. загальний об'єм реалізації суб'єкта господарювання склав 5198,45 тис. кг.

За первинною інформацією суб'єкта господарювання в 2024 р. об'єм реалізації великим мережам супермаркетів «Сільпо» склав 33% всієї молочної продукції; об'єм реалізації великим мережам супермаркетів «АТБ» 44% (лідуюча торгівельна компанія); об'єм реалізації дистриб'юторським компаніям 10%; об'єм реалізації холодним ланцюгом 5%; об'єм реалізації HoReCa 3%; об'єм реалізації через власні магазини при заводах 4% та об'єм реалізації через онлайн-магазин 1%.

Такий розподіл за каналами збуту підприємства враховуємо при оптимізації збутової діяльності ПрАТ «Комбінат Придніпровський». При цьому головною умовою оптимізації є зростання товарності та отримання максимального доходу від реалізації молочної продукції в порівнянні з 2024 р.

Для обробки даних користуємося електронними таблицями Microsoft Excel, вбудованими статистичними та математичними функціями, а також засобом Розв'язувач. Надбудова Розв'язувач електронних таблиць Microsoft Excel дозволяє швидко та оптимально знайти рішення задачі, які потім адаптуються в умовах підприємства [7-9].

В ході математичних перетворень, визначення обмежень за первинною інформацією суб'єкта господарювання та цільової функції максимального доходу від реалізації молочної продукції, використовуємо засіб Розв'язувач для отримання оптимального результату.

Отже отримано, що, якщо об'єм реалізації молочної продукції:

- великій мережі супермаркетів: «Сільпо» складе 3613,58 тис. кг, то максимальний дохід від реалізації прогнозовано 1120932,18 тис. грн.;

- великій мережі супермаркетів: «АТБ» складе 4818,11 тис. кг, то максимальний дохід від реалізації прогнозовано 1495058,05 тис. грн.;

- дистриб'юторській компанії складе 1095,02 тис. кг, то максимальний дохід від реалізації прогнозовано 339238,41 тис. грн.

- холодним ланцюгом складе 547,51 тис. кг, то максимальний дохід від реалізації прогнозовано 169400,20 тис. грн.;

- HoReCa складе 328,51 тис. кг, то максимальний дохід від реалізації прогнозовано 100983,11 тис. грн.;

- власним магазинам при заводах складе 438,01 тис. кг, то максимальний дохід від реалізації прогнозовано 134293,73 тис. грн.;

- онлайн-магазинам <https://www.zlagoda.dp.ua/> <https://www.zlagoda.dp.ua/contact/> складе 109,50 тис. кг, то максимальний дохід від реалізації 34042,10 тис. грн.

Загальний оптимізований об'єм реалізації за каналами збуту споживачам в 2026 р. складе 10950,24 тис. кг, дохід від реалізації молочної продукції 3393947,77 тис. грн., що на 1680,77 тис. грн. більше попереднього 2024 р., при цьому рівень товарності на 2026 р. складе 106,32%, що на 3,32 в.п. більше попереднього показника 2024 р.

Фактичні та одержані результати Оптимізація каналів збуту молочної продукції ПрАТ «Комбінат Придніпровський» можна представити ілюстративно за допомогою діаграм різних видів [6; 7; 10].

Наступним етапом моделювання та оптимізації логістичного менеджменту обраних підприємств молокопереробної галузі – транспортна задача лінійного програмування є окремими випадком загальної задачі лінійного програмування та підкласом досить широкого класу розподільчих задач.

Транспортна задача складає такий план перевезень, який задовольняє потреби усіх споживачів та має мінімальний загальний обсяг транспортних робіт або мінімальну загальну вартість перевезень.

Моделюємо систему управління логістикою обраного підприємства ПрАТ «Комбінат Придніпровський» з математичної точки зору, тобто покладемо за шукані невідомі обсяги перевезень між кожним спеціалізованим холодильним сховищем і складським приміщенням досліджуваного молокопереробного підприємства та кожним споживачем молочної продукції.

Відомо, що обране підприємство має п'ять сховищ, спеціально обладнане для зберігання молочної продукції, яка є досить нетривалого зберігання, і регулюються державними будівельними нормами, ДБН В.2.2-43:2021 та міжнародними класифікаціями. В середньому їх місткість складає приблизно до 1 тон продукції. Запаси обраного підприємства молокопереробної галузі складають 4366,70 тон. Саме такий об'єм поставок молочної продукції потрібен споживачам, основні із них: великі мережі супермаркетів: «Сільпо», великі мережі супермаркетів: «АТБ», HoReCa та власні магазини при заводах. Зрозуміло, що обране підприємство збуває свою продукцію і інших споживачам, як було зазначено попередньо моделювання каналів збуту, але для моделювання та оптимізації транспортних витрат вибрано найбільші та найактивніші споживачі.

Далі проводимо математичну обробку обмежень та цільової функції. Технічно їх обробку можна проводити двома способами вручну та з використанням електронних таблиць Microsoft Excel та засобу Розв'язувач. В умовах підприємства фахівець має можливість вибрати спосіб обробки цієї інформації та вибрати найбільш оптимальний і зручний.

Етапи проведення моделювання та оптимізації транспортних витрат обраного підприємства, автоматизовано з використанням електронних таблиць Microsoft Excel, вбудованих математичних функції SUM, SUMPRODUCT та засобу Розв'язувач:

заносимо в таблицю відстані від постачальника молокопереробного підприємства ПрАТ «Комбінат Придніпровський» (складських приміщень підприємства) до споживачів в кілометрах;

заносимо обмеження, формули та цільову функцію – мінімальний обсяг транспортних робіт.

використовуємо засіб Розв'язувач (Дані Розв'язувач). Встановлюємо цільову чарунку, яка буде дорівнювати мінімальному значенню, шуканий обсяг поставок та обмеження щодо потреб споживачів та запасів молочної продукції;

зазначимо параметри обчислень, так як, за умовою задачі запаси молокопереробного підприємства, потреби переробних підприємств та обсяг транспортних робіт є додатними значеннями, тому позначаємо у вікні параметрів Змінна невід'ємна та Розв'язання за симплекс-методом, функція є

лінійною. На завершальному етапі обчислень натискаємо Розв'язати та Зберегти розв'язання розв'язувача.

Отримано план перевезення вантажу, зокрема молочної продукції молокопереробного підприємства споживачам загальний обсяг транспортних робіт буде мінімальним і складе 236401,88 т-км.

Проведено аналіз фактичного та прогнозного обсягу транспортних робіт від постачальника молочної продукції ПрАТ «Комбінат Придніпровський» споживачам та їх ілюстративне зображення, що фахівцям аналітикам відділу маркетингу та збуту дає можливість моделювати логістичний процес підприємства, при цьому враховуючи особливості суб'єкта господарювання (табл. 6).

Таблиця 6. Фактичний та прогнозний обсяг транспортних робіт від постачальника (п'ять сховищ та складів) ПрАТ «Комбінат Придніпровський» чотирьом основним підприємствам-споживачам, 2024, 2026 рр., на основі [6-7]

Споживачі	Середня відстань від постачальника до споживача, км	Перевезення вантажу, 2024 р.	Прогнозне перевезення вантажу, т 2026 р.	Обсяг транспортних робіт, т-км, 2024 р.	Обсяг транспортних робіт, т-км, 2026 р.	Відхилення обсягу транспортних робіт 2026 р. від 2024 р., +,-	Відхилення обсягу транспортних робіт 2026 р. від 2024 р., %
Великі мережі супермаркетів: «Сільпо»	54,80	1700,00	1715,49	93160,00	94008,81	848,81	100,91
Великі мережі супермаркетів: «АТБ»	57,00	2284,00	2287,32	130188,00	130377,07	189,07	100,15
HoReCa	55,80	190,00	155,95	10602,00	8702,21	-1899,79	82,08
Власні магазини при заводах	15,80	192,70	207,94	3044,66	3285,42	240,76	107,91
Всього		4366,70	4366,70	236994,66	236373,52	-621,14	99,74

Як бачимо можлива економія транспортних витрат на перевезення молочної продукції в 2026 р. на 621,14 т-км або 0,26% при запропонованому плані збуту споживачам.

В табл. 7 сформовано показники логістичної діяльності ПрАТ «Комбінат Придніпровський» фактичні та прогнозні на основі розрахованих оптимістичних моделей каналів збуту та транспортної задачі.

Як бачимо, в результаті запропонованих оптимізаційних методів логістичні витрати обраного підприємства ПрАТ «Комбінат Придніпровський» скоротяться на 12,79 тис. грн або 1,13%.

Графічно фактичні та прогнозні показники логістичної діяльності ПрАТ «Комбінат Придніпровський» представлено на рис. 3.

Таблиця 7. Фактичні та прогнозні показники логістичної діяльності ПрАТ «Комбінат Придніпровський», 2024, 2026 рр., на основі [6-7]

Показники логістичної діяльності, 2024, 2026 р.	Великі мережі супермаркетів: «Сільпо»	Великі мережі супермаркетів: «АТБ»	HoReCa	Власні магазини при заводах
	Об'єм реалізації, кг (переведено в тонни), 2024 р.	1715,49	2287,32	155,95
Об'єм реалізації, кг (переведено в тонни), 2026 р.	3613,58	4818,11	328,51	438,01
Обсяг транспортних робіт, т-км, 2024 р.	93160,00	130188,00	10602,00	3044,66
Обсяг транспортних робіт, т-км, 2026 р.	94008,81	130377,07	8702,21	3285,42
Факт				
Логістичні витрати (в т.ч. витрати на збут) при перевезенні основним підприємствам споживачам, тис. грн., 2024 р.	365,48	271,14	154,46	1130,85
Логістичні витрати (в т.ч. витрати на збут) при перевезенні основним підприємствам споживачам, тис. грн., 2026 р.	361,35	268,08	152,72	1118,06
Відхилення 2026 р. від 2024 р., +, -	-4,13	-3,07	-1,75	-12,79
Відхилення 2026 р. від 2024 р., %				98,87
				Прогноз
Логістичні витрати (в т.ч. витрати на збут) при перевезенні основним підприємствам споживачам, тис. грн., 2024 р.				1118,05
Відхилення 2026 р. від 2024 р., +, -				-12,79
Відхилення 2026 р. від 2024 р., %				98,87

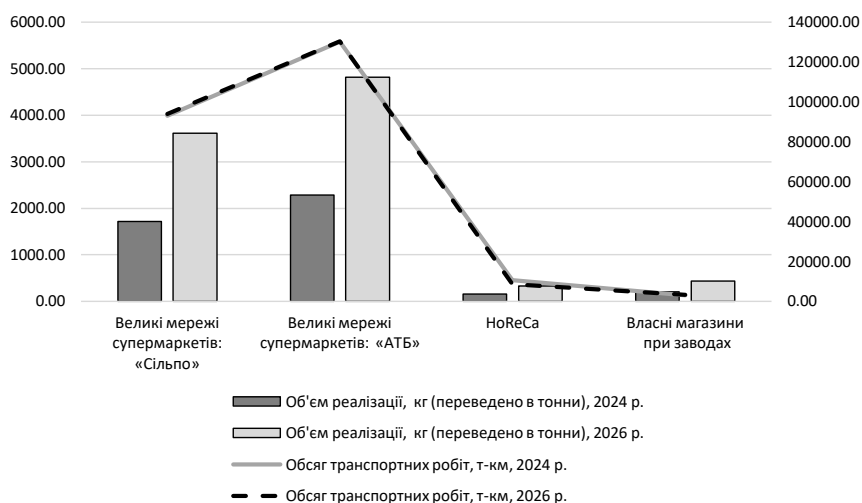


Рис. 3. Фактичні та прогнозні показники логістичної діяльності ПрАТ «Комбінат Придніпровський», 2024, 2026 рр., на основі [6-7]

Отже, у підсумку всього дослідження підкреслюємо, що застосування економіко-математичних методів та моделей в макро- мікроекономічних дослідженнях має значні переваги над іншими підходами, що використовуються, адже він є дієвим та його можна адаптувати для аналізу, порівняння, моделювання та прогнозування в реальних умовах, зокрема в логістичному менеджменті та управлінні збутовою діяльністю, як на державному, так і на регіональному рівнях [4].

Щодо, формування логістичних систем на підприємствах, то це є вимогою часу і сприяє вирішенню важливого питання, яке полягає у скороченні витрат діяльності, що є складним, але можливим. Саме тому активізація логістичної функції спонукає до реалізації можливостей не лише виробництва, а і транспортування продукції, враховуючи її особливості. Функціонування логістичної системи можливе за умови отримання необхідного обсягу інформації, потребує вдосконалення системи інформаційних потоків. А, залучення до вивчення, дослідження, аналізу, моделювання та прогнозування логістичних процесів на підприємствах з використанням економіко-математичних методів та моделей сприятиме деталізації та оптимізації цих процесів. Розвиток логістичних систем на підприємствах сприяє нарощуванню фінансового потенціалу та сприятиме подальшому розвитку [8; 10].

Висновки. У дослідженні обґрунтовано доцільність використання оптимізаційних моделей у логістичному менеджменті підприємств в умовах динамічного бізнес-середовища, воєнних ризиків та економічної нестабільності, що дозволяє підвищити керованість логістичних процесів і знизити витрати. Практична апробація оптимізаційних моделей підтвердила

можливість зростання обсягів реалізації та скорочення транспортно-логістичних витрат. Застосування оптимізаційних підходів сприяє підвищенню ефективності й конкурентоспроможності підприємств та формує підґрунтя для їх сталого розвитку.

1. Воронько-Невіднича Т. В. Управління логістичною діяльністю підприємств у сучасних умовах господарювання. Приазовський економічний вісник. 2023. № 5(32). С. 89–94.
2. Гнатенко І. А. Інноваційні механізми управління розвитком підприємств в умовах ризиків та невизначеності. Економіка та держава. 2022. № 3. С. 45–50.
3. Зось–Кіор М. В., Гнатенко І. А., Телічко Н. А., Корнев Р. С. Кластеризація за рівнем фінансового менеджменту інноваційно орієнтованих агропідприємств в умовах активізації логістичної та зовнішньоекономічної діяльності, діджиталізації та управління змінами. Формування ринкових відносин в Україні. 2022. № 6(253). С. 137–146.
4. Зубров С. М., Молчанов О. В. Ефективний логістичний менеджмент в умовах глобальних ризиків та трансформацій для України. Економіка: реалії часу. 2024. № 3(73). С. 104–112.
5. Івашко Л. М. Оптимізація управління логістичними процесами підприємств торгівлі. Ринкова економіка: сучасна теорія і практика управління. 2022. Т. 21, № 3. С. 112–119.
6. Калініченко А. В., Костюк Д. Д., Протас Н. М. Використання оптимального програмування при розв'язанні задач сільськогосподарського виробництва. Полтава: ПДАА, 2019. С. 200.
7. Калініченко А.В. Економіко-математичні методи та моделі. Полтава: ПДАА, 2021. 24 с.
8. Калюжна Н. Г., Шеремет А. С. Логістична система України: актуальні проблеми та пріоритети відновлення. Бізнес Інформ. 2022. № 4. С. 90–96.
9. Коров'яковська Л. М., Геселева Н. В. Використання оптимізаційних методів та моделей у логістичному управлінні підприємством. Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. 2019. № 4. С. 73–78.
10. Кузяк В. Управління логістичними процесами в Україні: проблеми та шляхи розв'язання в умовах воєнного стану. Економіка та суспільство. 2023. № 53. С. 119–124.
11. Наконечний С. І., Терещенко Т. О., Романюк Т. П. Економетрія: підручник. К.: КНЕУ, 2006. 528 с.

1. Voron ko-Nevidnycha T. V. Upravlinnyia lohistrychnouy diyal nisty pidpryyemstv u suchasnykh umovakh hospodaryuvannya. Pryazovs ky ekonomichnyy visnyk. 2023. № 5(32). S. 89–94.
2. Hnatenko I. A. Innovatsiyni mekhanizmy upravlinnyia rozvytkom pidpryyemstv v umovakh ryzkyviv ta nevyznachenosti. Ekonomika ta derzhava. 2022. № 3. S. 45–50.
3. Zos –Kior M. V., Hnatenko I. A., Telichko N. A., Korniyev R. S. Klasterizatsiya za rivnem finansovoho menezhmentu innovatsiyno oriyentovanykh ahropidpryyemstv v umovakh aktyvizatsiyi lohistrychnoyi ta zovnishn oekonomichnoyi diyal nosti, didzhytalizatsiyi ta upravlinnyia zminyamy. Formuvannya rynkovykh vidnosyn v Ukrayini. 2022. № 6(253). S. 137–146.
4. Zubrov S. M., Molchanov O. V. Efektyvnyy lohistrychnyy menezhment v umovakh hlobal nykh ryzkyviv ta transformatsiy dlya Ukrayiny. Ekonomika: realiyi chasu. 2024. № 3(73). S. 104–112.
5. Ivashko L. M. Optyimizatsiya upravlinnyia lohistrychnymy protsesamy pidpryyemstv torhivli. Rynkova ekonomika: suchasna teoriya i praktyka upravlinnyia. 2022. T. 21, № 3. S. 112–119.
6. Kalinichenko A. V., Kostohlod K. D., Protas N. M. Vykorystannya optymal noho prohramuvannya pry rozv yazanni zadach sil s kohospodars koho vyrobnytstva. Poltava: PDAA, 2019. S. 200.
7. Kalinichenko A.V. Ekonomiko-matematychni metody ta modeli. Poltava: PDAA, 2021. 24 s.
8. Kalyuzhna N. H., Sheremet A. S. Lohistrychna sistema Ukrayiny: aktual ni problemy ta priory-tety vidnovlennya. Biznes Inform. 2022. № 4. S. 90–96.
9. Korov yakovs ka L. M., Heseleva N. V. Vykorystannya optyimizatsiynykh metodiv ta modeley u lohistrychnomu upravlinni pidpryyemstvom. Visnyk Kyyvivs koho natsional noho universytetu tekhnohoiyi ta dyzaynu. 2019. № 4. S. 73–78.
10. Kuzyak V. Upravlinnyia lohistrychnymy protsesamy v Ukrayini: problemy ta shlyakhy rozv yazannya v umovakh voyennoho stanu. Ekonomika ta suspil stvo. 2023. № 53. S. 119–124.
11. Nakonechnyy S. I., Tereshchenko T. O., Romanyuk T. P. Ekonometriya: pidruchnyk. K.: KNEU, 2006. 528 s.