

ktronnyy resurs]. – Rezhy m dostupu: [https://www.researchgate.net/publication/352506074\\_Block-chain\\_Oracle\\_Design\\_Patterns](https://www.researchgate.net/publication/352506074_Block-chain_Oracle_Design_Patterns)

20. Ellinger, Eleu and Mini, Tobias and Gregory, Robert and Widjaja, Thomas, Facilitating Collective Action in Agentic IS Platforms: The Case of Decentralized Autonomous Organizations (October 7, 2021). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3938489> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3938489>

21. Amirmohammad Pasdar, Zhongli Dong, Young Choon Le. Blockchain Oracle Design Patterns, – [Elektronnyy resurs]. – Rezhy m dostupu: [https://www.researchgate.net/publication/352506074\\_Block-chain\\_Oracle\\_Design\\_Patterns](https://www.researchgate.net/publication/352506074_Block-chain_Oracle_Design_Patterns)

#### Дані про авторів

##### **Віровець Денис Володимирович,**

аспірант кафедри фінансів та економіки Київського університету імені Бориса Грінченка, м. Київ, Україна

ORCID ID: 0000–0003–4934–8377

e-mail: [seito@ukr.net](mailto:seito@ukr.net)

##### **Обушний Сергій Миколайович,**

к.е.н., доцент кафедри фінансів та економіки Київського університету імені Бориса Грінченка, м. Київ, Україна

ORCID ID: 0000–0001–6936–955X

e-mail: [s.obushnyi@kubg.edu.ua](mailto:s.obushnyi@kubg.edu.ua)

#### Data about the authors

##### **Denys Virovets,**

postgraduate student of the Department for Finance and Economics, Borys Grinchenko Kyiv University, Kyiv, Ukraine

e-mail: [seito@ukr.net](mailto:seito@ukr.net)

##### **Sergiy Obushnyi,**

Ph.D. (Economics), docent of the Department for Finance and Economics, Borys Grinchenko Kyiv University, Kyiv, Ukraine

e-mail: [s.obushnyi@kubg.edu.ua](mailto:s.obushnyi@kubg.edu.ua)

УДК 331.105.6:35](076)

БОНДАРЧУК Л.Ф.

БОНДАРЧУК С.П.

БІЛИК О.С.

## Особливості організації сталого розвитку підприємств в умовах налагодження соціального діалогу та моніторингу безпеки

**Актуальність теми дослідження.** Дослідження питання особливостей організації сталого розвитку підприємств в умовах налагодження соціального діалогу та моніторингу безпеки обумовлюється відсутністю єдиного підходу до реалізації алгоритму даного процесу.

**Постановка проблеми.** У сучасних умовах організації сталого розвитку, налагодження соціального діалогу та моніторингу безпеки промислових суб'єктів підприємницької діяльності, які характеризуються жорсткою конкуренцією, значними фінансовими ризиками, високим рівнем невизначеності, обмеженістю ресурсів, однією із умов забезпечення запланованих обсягів прибутку є досягнення низького рівня трансакційних та трансформаційних витрат, значну частку яких складають витрати на постачання сировини, обладнання, товарно-матеріальних цінностей та готової продукції, що, у свою чергу, обумовлено специфічними ознаками процесу постачання у промисловості, що обумовлює актуальність теми дослідження.

**Постановка мети і завдань дослідження** – дослідити особливості організації сталого розвитку підприємств в умовах налагодження соціального діалогу та моніторингу безпеки.

**Метод або методологія дослідження.** В статті використано наступні методи: таксономічний аналіз, графічний, монографічний, аналізу і синтезу, систематизації.

**Презентація основного матеріалу (результати дослідження).** Зазначена адаптивна економіко-математична модель оптимізації матеріально-технічного постачання у промисловості у разі її використання у господарській діяльності дозволить спростити вибір системи менеджменту запасів ТМЦ у залежності від специфіки виробничого процесу конкретного підприємства та зовнішніх умов його функціонування, своєчасно враховувати при формуванні програм постачання зміни попиту та пропозиції на ринках збуту готової продукції, здійснювати моніторинг руху власних

грошових коштів при організації транспортування сировини від постачальників та перерозподіляти наявні фінансові ресурси на вирішення задач в умовах налагодження соціального діалогу та моніторингу безпеки.

**Галузь застосування результатів.** Результати дослідження можуть бути використані в практичній діяльності підприємств, організацій, установ для вдосконалення організації сталого розвитку підприємств в умовах налагодження соціального діалогу та моніторингу безпеки.

**Висновки за статтею.** У результаті проведеного дослідження встановлено, що прогнозування логістичних процесів у промисловості за допомогою економіко-математичного моделювання сприяє здійсненню гнучкого менеджменту постачання сировини на промислові підприємства та систематичного моніторингу логістичних витрат з метою збільшення прибутків за рахунок розробки механізму їх раціоналізації. Важливо розробити раціональні маршрути транспортування сировини від постачальників та готової продукції – до споживачів з урахуванням наявної кількості транспортних засобів з метою мінімізації транспортних витрат. Існує потреба визначення оптимальної структури кількісного складу транспортних засобів, що використовуються у процесі підприємницької діяльності в умовах налагодження соціального діалогу та моніторингу безпеки.

**Ключові слова:** організація, сталий розвиток, підприємства, соціальний діалог, моніторинг безпеки.

BONDARCHUK L.F.

BONDARCHUK S.P.

BILYK O.S.

## Features of the organization of sustainable development of enterprises in the conditions of establishing social dialogue and safety monitoring

**Relevance of the research topic.** The study of the specifics of the organization of sustainable development of enterprises in the context of social dialogue and safety monitoring is conditioned by the lack of a unified approach to the implementation of the algorithm of this process.

**Formulation of the problem.** In the modern conditions of organizing sustainable development, establishing social dialogue and monitoring the safety of industrial entities of entrepreneurial activity, which are characterized by fierce competition, significant financial risks, a high level of uncertainty, limited resources, one of the conditions for ensuring the planned volumes of profit is the achievement of a low level of transactional and transformational costs, a significant share of which is the cost of supplying raw materials, equipment, commodity values and finished products, which, in turn, is due to specific features of the supply process in industry, which determines the relevance of the research topic.

**Setting the purpose and objectives of the study** – to investigate the peculiarities of the organization of sustainable development of enterprises in the conditions of establishment of social dialogue and safety monitoring.

**Research method or methodology.** The article uses the following methods: taxonomic analysis, graphic, monographic, analysis and synthesis, systematization.

**Presentation of the main material (research results).** The specified adaptive economic-mathematical model of optimization of material and technical supply in industry, in the case of its use in economic activity, will simplify the choice of a management system for inventories of goods and material values, depending on the specifics of the production process of a particular enterprise and the external conditions of its operation, to be taken into account in a timely manner when forming supply programs changes in supply and demand in the markets for finished products, to monitor the flow of own funds when organizing the transportation of raw materials from suppliers, and to redistribute available financial resources to solve priority tasks in the conditions of establishing a social dialogue and monitoring security.

**Field of application of results.** The results of the research can be used in the practical activities of enterprises, organizations, institutions to improve the organization of sustainable development of

*enterprises in the conditions of establishing social dialogue and monitoring safety.*

**Conclusions on the article.** *As a result of the conducted research, it was established that forecasting of logistics processes in industry using economic and mathematical modeling contributes to the implementation of flexible management of the supply of raw materials to industrial enterprises and systematic monitoring of logistics costs in order to increase profits by developing a mechanism for their rationalization. It is important to develop rational routes for the transportation of raw materials from suppliers and finished products to consumers, taking into account the available number of vehicles in order to minimize transportation costs. There is a need to determine the optimal structure of the quantitative composition of vehicles used in the process of entrepreneurial activity in the conditions of establishing social dialogue and monitoring safety.*

**Keywords:** *organization, sustainable development, enterprises, social dialogue, safety monitoring.*

**Постановка проблеми** у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. У сучасних умовах організації сталого розвитку, налагодження соціального діалогу та моніторингу безпеки промислових суб'єктів підприємницької діяльності, які характеризуються жорсткою конкуренцією, значними фінансовими ризиками, високим рівнем невизначеності, обмеженістю ресурсів, однією із умов забезпечення запланованих обсягів прибутку є досягнення низького рівня трансакційних та трансформаційних витрат, значну частку яких складають витрати на постачання сировини, обладнання, товарно-матеріальних цінностей та готової продукції, що, у свою чергу, обумовлено специфічними ознаками процесу постачання у промисловості. До таких ознак можна віднести необхідність забезпечення коротких строків постачання елементів матеріально-технічного напрямку промислового виробництва, високий ступінь ризику пошкодження при транспортуванні зазначеної сировини, залежність від погодних умов та якості дорожнього покриття. Одночасно, зрив запланованого вантажного перевезення продукції промислових підприємств або його затримка матиме катастрофічні наслідки для функціонування суб'єкту господарювання, що досліджується, серед яких можна виділили зупинку виробництва, простої обладнання, зниження якості готової продукції, зменшення обсягів реалізації, втрата конкурентних позицій на ринках збуту. У зв'язку з цим, особливої актуальності набуває систематизація та оптимізація операцій з перевезення промислової продукції на основі формування ефективної логістичної системи, яка б забезпечувала своєчасне, надійне з мінімальними витратами постачання сировини, матеріалів, готових товарів у визначене

місце без будь-яких пошкоджень. Використання транспортних систем в якості фактору зростання економічної ефективності результатів підприємницької діяльності передбачає створення спеціальної організаційної структури логістики у суб'єкта господарювання при наявності необхідного рівня кваліфікації менеджерів. Визначення найраціональніших управлінських рішень відбувається шляхом формулювання альтернативних варіантів та здійснення їх порівняльного аналізу з метою вибору оптимального варіанту. При цьому, для підвищення ефективності функціонування транспортних систем у контексті оптимізації управлінських процесів постачання у промисловості доцільно використовувати економіко-математичне моделювання. У даному контексті економіко-математичні моделі представляють собою сукупність змінних цільової функції, котрі відображають різні види трансформаційних та трансакційних витрат, виникаючі у процесі функціонування виробничих підприємств, та обмежень для цих змінних, які обумовлені специфікою функціонування суб'єктів господарювання, а також наявними матеріальними та фінансовими ресурсами, їх якісними та кількісними характеристиками, що в умовах організації сталого розвитку підприємств, налагодження соціального діалогу та моніторингу безпеки обумовлює актуальність теми дослідження.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій**, в яких започатковано розв'язання даної проблеми. Дослідженню оптимізації менеджменту процесів постачання на підприємствах промисловості присвячено праці багатьох науковців. Так, S. Sorooshian, M. Jambulingam та J. Dodangeh розглянуто значення раціональної організації логістичної системи для досягнення запланованих обсягів прибутків суб'єктів підприємницької діяль-

ності Східної Азії [11]. Y. Ivashkin та M. Nikitina визначено агенто-орієнтовану імітаційну структуру системи постачання матеріальних потоків на промислового підприємстві, спрямовану на зменшення відхилень від планової структури асортименту та термінів здійснення замовлення при наявності обмежень з ресурсного забезпечення, обсягів та асортименту продукції [4]. У статті O. Ahumada та J. Villalobos розглянуто та класифіковано модель планування виробництва та розповсюдження свіжої продукції, сформовано граничні принципи підтримки транспортних систем суб'єктів підприємницької діяльності [1]. Y. Yuan, N. Viet, B. Behdani на прикладі ланцюга поставок овочів та фруктів у Голландії розглянуто переваги горизонтальної логістичної взаємодії, що дозволяє підвищити продуктивність роботи установ за рахунок скорочення транспортних витрат [12].

У науковій роботі E. Alfonso-Lizarazo, J. Montoya-Torres, E. Gutiérrez-Franco запропоновано математичні моделі реалізації потенціалу управління зворотними логістичними потоками у харчовій промисловості на прикладі ланцюга поставок пальмової олії [2]. X. Zhao, P. Wang, R. Pal, досліджено вплив внутрішньої інтеграції та інтеграції постачальників і клієнтів, що у сукупності представляють собою промисловий ланцюг поставок, на якість продукції та основні фінансові показники роботи виробництва у Китаї [13]. R. Raut, B. Gardas, V. Narwane, B. Narkhede, визначено нечіткий багатокритеріальний підхід до прийняття управлінських рішень щодо зменшення втрат продуктів харчування у ланцюгу поставок овочів та фруктів за рахунок оцінки та вибору оптимальних постачальників послуг постачання [8]. Q. Qiang, K. Ke, T. Anderson, J. Dong досліджено елементи ланцюга поставок із замкненим циклом та визначено перелік умов, за яких приймаються оптимальні рішення на кожному етапі логістики у даному ланцюгу [7]. У дослідженні D. Prajapati, A. Harish, Y. Daultani, H. Singh, S. Pratap проаналізовано міську логістику свіжих продуктів харчування підприємствами електронної торгівлі та запропоновано унікальну систему маршрутизації транспортних засобів, що забезпечує зниження транспортних витрат та підвищення оперативності виконання замовлень споживачів [6]. Рядом авторів відзначено прогресивний підхід до оптимізації цілей логістики з урахуванням коротких строків виробничого циклу, невеликої чисельно-

сті незавершених робіт та надійної роботи постачальників у ланцюгу поставок [3; 5; 9; 10; 14]. Віддаючи належне вищевказаним науковим роботам варто зазначити про необхідність подальших досліджень у напрямку організації сталого розвитку підприємств в умовах налагодження соціального діалогу та моніторингу безпеки.

**Формулювання цілей статті** (постановка завдання) – дослідити особливості організації сталого розвитку підприємств в умовах налагодження соціального діалогу та моніторингу безпеки.

**Виклад основного матеріалу** дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Організація ефективно функціонуючих систем транспортування продукції на промислових підприємствах в умовах недостатності інформації, необхідної для прийняття обґрунтованих управлінських рішень, та обмеженості фінансових та матеріальних ресурсів є одним із шляхів забезпечення якісних показників господарської діяльності, заснованих на раціоналізації використання наявних ресурсів, оптимізації процесів придбання, виробництва, реалізації та транспортування товарів та готової продукції, а також підвищенні контролю за протіканням значених процесів в умовах налагодження соціального діалогу та моніторингу безпеки.

При цьому, управління матеріальним потоком у межах певної логістичної системи повинне здійснюватися з урахуванням адитивного підходу, що передбачає сумування ефектів від взаємодії суб'єкта господарювання із постачальниками та покупцями, а також результатів здійснення основних функцій підприємства (придбання ресурсів та матеріалів, транспортування, виробництва, реалізації готової продукції, сервісному обслуговуванні клієнтів тощо) у процесі руху матеріального потоку. Відповідно даного підходу у єдиний логістичний ланцюг за матеріальним потоком інтегруються основні процеси, що протікають на підприємстві, та його взаємодія із контрагентами, що функціонують на певному ринку. Рівень ефективності взаємозв'язків у зазначеному логістичному ланцюгу обумовлюється розвиненістю інфраструктури суб'єкта господарювання, оптимальністю HR-менеджменту та кваліфікаційним складом працівників підприємства, рівнем матеріально-технічного забезпечення підприємницької діяльності, ефективністю організації транспортування сировини та готової

продукції, ступенем використання інновацій у виробничому процесі, раціональністю фінансового, матеріального та інформаційного потоків.

Вважаємо, що одним із способів організації оптимальної системи матеріально-технічного забезпечення промислових підприємств є розробка економіко-математичної моделі, здатної враховувати числові зміни складових параметрів під впливом факторів зовнішнього середовища в умовах налагодження соціального діалогу та моніторингу безпеки. Серед найвагоміших факторів, що обумовлюють зростання логістичних витрат, можна виділити: порушення запланованих строків постачання через певні форс-мажорні обставини, а також зміну тарифів та, відповідно, вартості послуг з логістики сировини. Тому, запропонована адаптивна економіко-математична модель повинна відображати вплив зазначених факторів на основні логістичні витрати:

$$C_{V_i}^{log} = f(C_{V_i}^{tr}; C_{V_i}^{st}; C_{V_i}^l; C_{V_i}^{unl}) \rightarrow \min,$$

де  $C_{V_i}^{log}$  – сумарні логістичні витрати промислового підприємства у процесі отримання від постачальника визначеної кількості ресурсів  $i$ -ого виду ( $V_i$ ) у часовий період  $t$ ;

$C_{V_i}^{tr}$  – витрати на транспортування від постачальника до промислового підприємства-покупця визначеної кількості ресурсів ( $V_i$ ) у часовий період  $t$ ;

$C_{V_i}^{st}$  – витрати на зберігання на складі промислового підприємства-покупця визначеної кількості отриманих від постачальника товарів ( $V_i$ ) виду у часовий період  $t$ ;

$C_{V_i}^l$  – витрати промислового підприємства-покупця на роботи з навантаження у транспортні засоби визначеної кількості сировини ( $V_i$ ) у часовий період  $t$  для транспортування зі складу постачальника;

$C_{V_i}^{unl}$  – витрати промислового підприємства-покупця на роботи з розвантаження на власний склад визначеної кількості сировини ( $V_i$ ) у часовий період  $t$  після транспортування зі складу постачальника.

Варто зауважити, важливим аспектом у мінімізації витрат з транспортування є визначення оптимального обсягу ресурсів, яку необхідно придбати у постачальників для забезпечення безперебійного виробничого процесу у певний часовий період  $t$ . Для цього шляхом систематизації результатів спостережень потрібно визначити мінімальні та максимальні значення

необхідного обсягу ресурсів  $i$ -ого виду для виготовлення конкретної продукції одного чи декількох типів у певний часовий період  $t$ , а також використати закон розподілу дискретних випадкових величин. Враховуючі зазначені показники та вартісні характеристики виробничого процесу можна визначити оптимальні обсяги закупівлі сировини при мінімальних витратах на здійснення замовлення у постачальників та збитках, обумовлених відсутністю достатньої кількості товарів у певний часовий період  $t$ . З огляду на вищевикладене визначення обсягів замовлення ресурсів можна відобразити наступним чином:

$$F(V_i(t)) = V_i^{ord}(t) * C_{plac_i}^{ord} + D_i^{mat}(t) * \int_{V_i^{ord}}^{\infty} f_i^t(V_i^{fact}(t)) * (V_i^{fact}(t) - V_i^{ord}(t)) dx \rightarrow \min$$

де  $V_i^{ord}(t)$  – обсяг замовлення у постачальників сировини  $i$ -ого виду у певний ретроспективний період  $t$ ;

$C_{plac_i}^{ord}$  – витрати на розміщення замовлення у контрагентів на постачання ресурсу  $i$ -ого виду;

$V_i^{fact}(t)$  – фактичний обсяг товарів  $i$ -ого виду, використаний у певний часовий період  $t$ ;

$f_i^t(V_i^{fact}(t))$  – вірогідність попиту на сировину  $i$ -ого виду у певний часовий період  $t$ ;

$f_i^t(V_i^{fact}(t)) * (V_i^{fact}(t) - V_i^{ord}(t))$  – обсяг нестачі сировини  $i$ -ого виду, прогнозований на певний часовий період  $t$ ;

$D_i^{mat}(t)$  – збитки, обумовлені відсутністю достатнього обсягу сировини  $i$ -ого виду у певний часовий період  $t$ , величина яких розраховується за формулою:

$$D_i^{mat}(t) = Y_i^{lost}(t) * (Y_i^{cost} - Pr_{Y_i}^{real}(t))$$

де  $Y_i^{lost}(t)$  – втрати виробництва у результаті неможливості виготовлення запланованої кількості

товару  $Y$  у певний часовий період  $t$  через відсутність достатнього обсягу товару  $i$ -ого виду;

$Y_i^{cost}$  – собівартість одиниці товару  $Y$ , для виготовлення якого використовується сировина  $i$ -ого виду;

$Pr_{Y_i}^{real}(t)$  – прибуток суб'єкта господарювання від реалізації товару  $Y$ , виготовленої з використанням продукції  $i$ -ого виду у часовий період  $t$ .

Підставляючи формулу у вираз отримуємо наступну функцію:

$$F(V_i) = V_i^{ord}(t) * C_{plac_i}^{ord} + Y_i^{lost}(t) * (Y_i^{cost} - Pr_{Y_i}^{real}(t)) * \int_{V_i^{ord}}^{\infty} f_i^t(V_i^{fact}(t)) * (V_i^{fact}(t) - V_i^{ord}(t)) dx \rightarrow \min$$

Прирівняємо до нуля часткові похідні першого порядку за  $V_i^{ord}(t)$ , виходячи із умов існування екстремуму функції, тоді отримаємо вираз:

$$\partial(V_i(t)) * \partial(V_i^{ord}(t)) = C_{plac_i}^{ord} - Y_i^{lost}(t) *$$

$$(Y_i^{cost} - Pr_{Y_i}^{real}(t)) * \int_{V_i^{ord}}^{\infty} f_i^t(V_i^{fact}(t)) dx = 0$$

За допомогою використання елементів теорії ймовірності та диференціювання інтегралу за параметром  $V_i^{ord}(t)$  із виразу отримаємо:

$$\int_0^{V_i^{ord}} f_i^t(V_i^{fact}(t)) dx = (Y_i^{lost}(t) * (Y_i^{cost} - Pr_{Y_i}^{real}(t)) - C_{plac_i}^{ord}) / Y_i^{lost}(t) * (Y_i^{cost} - Pr_{Y_i}^{real}(t)) = 1 - C_{plac_i}^{ord} * (Y_i^{lost}(t) * (Y_i^{cost} - Pr_{Y_i}^{real}(t)))^{-1}$$

Із формули слідує визначення функції попиту на сировину  $i$ -ого виду у часовий період  $t$  ( $F_i^t(V_i^{ord}(t))$ ), що відображає наступний вираз:

$$F_i^t(V_i^{ord}(t)) = 1 - C_{plac_i}^{ord} * (Y_i^{lost}(t) * (Y_i^{cost} - Pr_{Y_i}^{real}(t)))^{-1} \geq F_i^t(V_i^{fact}(t)) \leq 1, i = 1, \dots, l, t = 1, 2 \dots x.$$

Результатом розв'язання виразу буде рішення, в якому  $V_i$  досягає свого мінімального значення у часовий період  $t$ , а  $V_i^{ord}$  знаходиться у числовій залежності від  $F_i^t(V_i^{ord}(t))$ . При цьому, повинні виконуватися наступні умови:

$$Y_i^{cost} * V_i^{ord}(t) < F_n(t), i = 1, \dots, l, n = 1, 2 \dots k, t = 1, 2 \dots x; V_i^{ord}(t) > 0, i = 1, \dots, l, t = 1, 2 \dots x.$$

де  $F_n(t)$  – обсяг фінансового забезпечення функціонування  $n$ -ого промислового підприємства у певний проміжок часу  $t$ .

Варто окремо наголосити на тому, що розрахунок оптимального обсягу замовлення сировини  $i$ -ого виду у часовий період  $t$  з урахуванням інформації про фактичні обсяги сировини, необхідні для виробництва товару  $Y$ , є основою для організації безперебійного функціонування підприємства в умовах налагодження соціального діалогу та моніторингу безпеки. Це, у свою чергу, забезпечується тим, що на базі використання зазначених розрахунків можна планувати виробництво продукції з орієнтацією на запити споживачів, поєднуючи у єдиний логістичний ланцюг за матеріальним потоком постачальників, споживачів та транспортування, відповідно до адитивного підходу до менеджменту матеріально-технічних постачанням промислових підприємств.

Враховуючі визначення оптимального обсягу замовлення сировини  $i$ -ого виду у часовий період  $t$  у загальному вигляді адаптивну економіко-математичну модель управління постачанням сировини можна представити у наступному вигляді:

$$C_{V_i}^{log} = P_{V_i}^{tr} - Pr_{V_i}^{real} + C_{V_i}^{tr} + C_{V_i}^{st} * I_{prov}(V_i) + C_{V_i}^l(t) + C_{V_i}^{uml}(t^*)$$

де  $P_{V_i}^{tr}$  – ціна придбання визначеної кількості сировини ( $V_i$ ) з урахуванням вартості їх транспортування від постачальника до промислового підприємства-покупця. У разі зміни тарифів на послуги з перевезення вантажів ( $s$ ), або надання постачальником знижок на вартість сировини ( $d$ ) слід використовувати індекс корегування ціни придбання:  $I_{P_{V_i}^{tr}} = (1 - d * 0,01) + (1 + s * 0,01)$ ;

$Pr_{V_i}^{real}$  – прибуток промислового підприємства-покупця від реалізації своєї продукції, виготовленої з використанням придбаної у постачальника визначеної кількості сировини ( $V_i$ ) у часовий період  $t$ . У даній моделі передбачена можливість повернення частини фінансових ресурсів, витрачених на придбання сировини, за рахунок отриманого прибутку від реалізації продукції підприємства, виготовленої із використанням зазначених матеріалів;

$I_{prov}(V_i)$  – індекс забезпеченості необхідною для здійснення господарської діяльності промисловим підприємством кількістю ресурсів ( $V_i$ ) у часовий період  $t$ , що розраховується за формулою:

$$I_{prov}(V_i) = V_i^{st} + V_i - V_i^c,$$

де  $V_i^{st}$  – кількість запасів товарів у ретроспективу  $t$ ;

$V_i$  – кількість придбаної у постачальника продукції у часовий період  $t$ ;

$V_i^c$  – кількість витраченої у процесі господарської діяльності продукції у часовий період  $t$ .

Варто звернути увагу на те, що у даній моделі відображено можливість розрахунку логістичних витрат у разі порушення запланованих строків постачання через певні форс-мажорні обставини, що виражається у специфіці розрахунку часу транспортування транспортування визначеної кількості послуг ( $t^*$ ) від постачальника до промислового підприємства-покупця:

$$t^* = t_w \frac{t_{max}}{t} + t_{unl} + 1,$$

де  $t_{max}$  – максимально можлива тривалість транспортування послуг від постачальника до промислового підприємства-покупця;

$\bar{t}$  – усереднене значення тривалості транспортування ресурсу від постачальника до промислового підприємства–покупця;

$t_{uni}$  – тривалість розвантаження доставленої сировини на склад промислового підприємства–покупця;

$t_w$  – фактична тривалість транспортування сировини від постачальника до промислового підприємства–покупця, що розраховується за формулою:

$$t_w = \frac{S_{V_i}}{\bar{v}_{V_i}},$$

де  $S_{V_i}$  – відстань між складом постачальника та промислового підприємства–покупця. У разі, якщо перевезення здійснюється транспортом покупця, то числове значення відстані необхідно подвоїти;

$\bar{v}_{V_i}$  – середня швидкість руху транспортного засобу при здійсненні перевезення вантажу ( $x_j$ ).

Для коректного розрахунку адаптивної економіко–математичної моделі оптимізації постачання послуг необхідно ввести наступні обмеження:

$$C_{V_i}^{log}(t) < F_n(t), n=1,2\dots k, t=1,2\dots x$$

де  $F_n$  – обсяг фінансового забезпечення функціонування  $n$ -ого промислового підприємства у часовий період  $t$ .

$$V_i \leq L_{tr_j} * N_{tr_j}, j=1,2,\dots m,$$

де  $L_{tr_j}$  – вантажопідйомність транспортних засобів, що використовуються для перевезення визначеної кількості сировини ( $V_i$ ) від постачальника до промислового підприємства–покупця;

$N_{tr}$  – кількість транспортних засобів, необхідних для здійснення доставки.

$$V_i * (W_{V_i}^l + W_{V_i}^{unl}) \leq t_i^{max} + t_{unl}^{max},$$

де  $W_{V_i}^l; W_{V_i}^{unl}$  – трудомісткість виконуваних робіт з навантаження та розвантаження товару ( $V_i$ );

$t_i^{max}; t_{unl}^{max}$  – максимальна тривалість виконання робіт з навантаження та розвантаження сировини ( $V_i$ ).

$$V_i * (W_{V_i}^l + W_{V_i}^{unl}) \leq t_i^{max} + t_{unl}^{max},$$

де  $I_{prov}^{min}(V_i); I_{prov}^{max}(V_i)$  – граничні значення забезпеченості необхідною для здійснення господарської діяльності промисловим підприємством кількістю сировини ( $V_i$ ) у ретроспективу  $t$ .

Беручи до уваги вищевказані формули розрахунку основних складових логістичних витрат та обмеження адаптивна економіко–математична модель управління постачанням сировини для промислових підприємств буде мати вигляд:

$$C_{V_i}^{log} = I_{P_{V_i}^{tr}} * P_{V_i}^{tr} - Pr_{V_i}^{real} + C_{V_i}^{tr} + C_{V_i}^{st} * (V_i^{st} + V_i - V_i^c) + C_{V_i}^l(t) + C_{V_i}^{unl} \left( \frac{S_{V_i}}{\bar{v}_{V_i}} * \frac{t_{max}}{\bar{t}} + t_{unl} + 1 \right)$$

Таким чином, зазначена адаптивна економіко–математична модель оптимізації матеріально–технічного постачання у промисловості у разі її використання у господарській діяльності дозволить спростити вибір системи менеджменту запасів ТМЦ у залежності від специфіки виробничого процесу конкретного підприємства та зовнішніх умов його функціонування, своєчасно враховувати при формуванні програм постачання зміни попиту та пропозиції на ринках збуту готової продукції, здійснювати моніторинг руху власних грошових коштів при організації транспортування сировини від постачальників та перерозподіляти наявні фінансові ресурси на вирішення першочергових задач в умовах налагодження соціального діалогу та моніторингу безпеки.

### Висновки

У результаті проведеного дослідження встановлено, що прогнозування логістичних процесів у промисловості за допомогою економіко–математичного моделювання сприяє здійсненню гнучкого менеджменту постачання сировини на промислові підприємства та систематичного моніторингу логістичних витрат з метою збільшення прибутків за рахунок розробки механізму їх раціоналізації. Організація ефективних логістичних систем дозволить зменшити витрати суб'єкта господарювання на виробництво та збут своєї продукції. Для цього необхідно дослідити динаміку попиту на сировину  $i$ -ого виду, що використовується у виробництві наявних типів товарів, та на готову продукцію у різні часові періоди. На основі вищевказаних досліджень організувати оптимальні режими транспортування сировини від постачальників на підприємство та готової продукції на ринки збуту з урахуванням режиму виробництва та запитів споживачів. На наступному етапі слід розрахувати оптимальні обсяги замовлень сировини  $i$ -ого виду у конкретний часовий період  $t$  та здійснити оцінювання рівня узгодженості у роботі транспортних та вантажно–розвантажувальних засобів. Важливо розробити раціональні маршрути транспортування сировини від постачальників та готової продукції – до споживачів з урахуванням наявної кількості транспортних засобів з метою мінімізації транспортних витрат. Існує потреба визначення оптимальної структури кількісного складу транспортних засобів, що використовуються у процесі підприємницької діяль–

ності в умовах налагодження соціального діалогу та моніторингу безпеки.

### Список використаних джерел

1. Ahumada O., Villalobos J. (2009). Application of planning models in the agri–food supply chain: A review. *European Journal of Operational Research*. 196(1). 1–20.
2. Alfonso–Lizarazo E., Montoya–Torres J., Gutiérrez–Franco E. (2013). Modeling reverse logistics process in the agro–industrial sector: The case of the palm oil supply chain. *Applied Mathematical Modelling*. 37(23). 9652–9664.
3. Brockova K., Rossokha V., Chaban V., Zos–Kior M., Hnatenko I., Rubezhanska V. (2021). Economic Mechanism of Optimizing the Innovation Investment Program of the Development of Agro–Industrial Production. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*. 43(1). 129–135.
4. Ivashkin Y., Nikitina M. (2019). Agent–oriented modeling and optimization of material flows of multi–assortment production. *IFAC–PapersOnLine*. 52(13). 660–664.
5. Nofal M., Yusof Z. (2013). Integration of Business Intelligence and Enterprise Resource Planning within Organizations. *Procedia Technology*. 11. 658–665.
6. Prajapati D., Harish A., Daultani Y., Singh H., Pratap S. (2020). A Clustering Based Routing Heuristic for Last–Mile Logistics in Fresh Food E–Commerce. *Global Business Review*. <https://doi.org/10.1177/0972150919889797>
7. Qiang Q., Ke K., Anderson T., Dong J. (2013). The closed–loop supply chain network with competition, distribution channel investment, and uncertainties. *Omega*. 41(2). 186–194.
8. Raut R., Gardas B., Narwane V., Narkhede B. (2019). Improvement in the food losses in fruits and vegetable supply chain – a perspective of cold third–party logistics approach. *Operations Research Perspectives*. 6. 25–32
9. Scholz–Reiter B., Windt K., Liu H. (2011). A multiple–logistic–objective–optimized manufacturing planning and control system. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*. 225(4). 599–610.
10. Semenov A., Kuksa I., Hnatenko I., Sazonova T., Babiy L., Rubezhanska V. (2021). Management of Energy and Resource – Saving Innovation Projects at Agri–Food Enterprises. *TEM Journal*. 10(2). 751–756.
11. Sorooshian S., Jambulingam M., Dodangeh J. (2013). Case Study on Logistics Performance. *International Journal of Engineering Business Management*. <https://doi.org/10.5772/56264>

*International Journal of Engineering Business Management*. <https://doi.org/10.5772/56264>

12. Yuan Y., Viet N., Behdani B. (2019). The impact of information sharing on the performance of horizontal logistics collaboration: A simulation study in an agri–food supply chain. *IFAC–PapersOnLine*. 52(13). 2722–2727.
13. Zhao X., Wang P., Pal R. (2021). The effects of agro–food supply chain integration on product quality and financial performance: Evidence from Chinese agro–food processing business. *International Journal of Production Economics*. 231. 32–37.
14. Zos–Kior M., Shkurupii O., Hnatenko I., Shulzhenko I., Rubezhanska V. (2021). Modeling of the investment program formation process of ecological management of the Agrarian cluster. *European Journal of Sustainable Development*. 10(1). 571–583.

### References

1. Ahumada O., Villalobos J. (2009). Application of planning models in the agri–food supply chain: A review. *European Journal of Operational Research*. 196(1). 1–20.
2. Alfonso–Lizarazo E., Montoya–Torres J., Gutiérrez–Franco E. (2013). Modeling reverse logistics process in the agro–industrial sector: The case of the palm oil supply chain. *Applied Mathematical Modelling*. 37(23). 9652–9664.
3. Brockova K., Rossokha V., Chaban V., Zos–Kior M., Hnatenko I., Rubezhanska V. (2021). Economic Mechanism of Optimizing the Innovation Investment Program of the Development of Agro–Industrial Production. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*. 43(1). 129–135.
4. Ivashkin Y., Nikitina M. (2019). Agent–oriented modeling and optimization of material flows of multi–assortment production. *IFAC–PapersOnLine*. 52(13). 660–664.
5. Nofal M., Yusof Z. (2013). Integration of Business Intelligence and Enterprise Resource Planning within Organizations. *Procedia Technology*. 11. 658–665.
6. Prajapati D., Harish A., Daultani Y., Singh H., Pratap S. (2020). A Clustering Based Routing Heuristic for Last–Mile Logistics in Fresh Food E–Commerce. *Global Business Review*. <https://doi.org/10.1177/0972150919889797>
7. Qiang Q., Ke K., Anderson T., Dong J. (2013). The closed–loop supply chain network with competition, distribution channel investment, and uncertainties. *Omega*. 41(2). 186–194.



8. Raut R., Gardas B., Narwane V., Narkhede B. (2019). Improvement in the food losses in fruits and vegetable supply chain – a perspective of cold third-party logistics approach. *Operations Research Perspectives*. 6. 25–32

9. Scholz-Reiter B., Windt K., Liu H. (2011). A multiple-logistic-objective-optimized manufacturing planning and control system. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*. 225(4). 599–610.

10. Semenov A., Kuksa I., Hnatenko I., Sazonova T., Babiy L., Rubezhanska V. (2021). Management of Energy and Resource – Saving Innovation Projects at Agri-Food Enterprises. *TEM Journal*. 10(2). 751–756.

11. Sorooshian S., Jambulingam M., Dodangeh J. (2013). Case Study on Logistics Performance. *International Journal of Engineering Business Management*. <https://doi.org/10.5772/56264>

12. Yuan Y., Viet N., Behdani B. (2019). The impact of information sharing on the performance of horizontal logistics collaboration: A simulation study in an agri-food supply chain. *IFAC-PapersOnLine*. 52(13). 2722–2727.

13. Zhao X., Wang P., Pal R. (2021). The effects of agro-food supply chain integration on product quality and financial performance: Evidence from Chinese agro-food processing business. *International Journal of Production Economics*. 231. 32–37.

14. Zos-Kior M., Shkurupii O., Hnatenko I., Shulzhenko I., Rubezhanska V. (2021). Modeling of the investment program formation process of ecological management

of the Agrarian cluster. *European Journal of Sustainable Development*. 10(1). 571–583.

**Дані про авторів**

**Бондарчук Лариса Федорівна,**

к. с/г н., доцент, доцент кафедри цивільної безпеки, Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна

**Бондарчук Сергій Петрович,**

к. с/г н., доцент, доцент кафедри екології та агрономії, Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна

**Білик Ольга Сергіївна,**

к.е.н., викладач економічних дисциплін, Відокремлений структурний підрозділ «Технічний фаховий коледж Луцького національного технічного університету», м. Луцьк, Україна

**Larysa Bondarchuk,**

PhD, Associate Professor, Associate Professor of Department of Civil Security, Lutsk National Technical University, Lutsk, Ukraine

**Serhii Bondarchuk,**

PhD, Associate Professor, Associate Professor of Department of Ecology and Agronomy, Lutsk National Technical University, Lutsk, Ukraine

**Olha Bilyk,**

PhD, Associate Professor, Lecturer of of Economic Disciplines Separated Structural Division of the Lutsk National Technical University, Lutsk, Ukraine