

**Шемаєва Л. Г.**

*доктор економічних наук, професор, завідувач відділу фінансової політики,  
Національний інститут стратегічних досліджень, Київ, Україна;  
e-mail: shemayeva@ukr.net; ORCID ID: 0000-0002-2989-0823*

**Мізус І. П.**

*д. е. н., професор, професор кафедри фінансово-економічної безпеки,  
Університет економіки та права «КРОК», Київ, Україна;  
e-mail: [irynamihus@ukr.net](mailto:irynamihus@ukr.net); ORCID ID: 0000-0001-6939-9097*

**Шемаєв В. М.**

*доктор військових наук, професор,  
заступник завідувача відділу оборонно-промислової та військово-технічної політики,  
Національний інститут стратегічних досліджень, Київ, Україна;  
e-mail: shemaev@niss.gov.ua; ORCID ID: 0000-0003-1629-6689*

**Шемаєв В. В.**

*доктор економічних наук, професор кафедри економічної теорії,  
Національний авіаційний університет, Київ, Україна;  
e-mail: v.shemayev@gmail.com; ORCID ID: 0000-0001-5599-3941*

**Мельник Л. М.**

*кандидат економічних наук, доцент,  
доцент кафедри фінансів та економіки природокористування,  
Національний університет водного господарства та природокористування, Рівне, Україна;  
e-mail: l.m.melnuk@nuwm.edu.ua; ORCID ID: 0000-0003-1731-1860,*

## **ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛІ НАСКРІЗНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ФІНАНСОВИХ І МАТЕРІАЛЬНИХ ПОТОКІВ У МЕХАНІЗМІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФІНАНСОВОЇ БЕЗПЕКИ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ОБОРОННОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ**

**Анотація.** Розглянуто проблему координації матеріальних і фінансових потоків на оборонних підприємствах у виробництві та доставці потрібного обсягу оборонної продукції у встановлені терміни. Мета статті — теоретичне обґрунтування необхідності узгодження певних суперечностей у потокових процесах на підприємствах і розроблення моделі поступової оптимізації матеріальних та пов'язаних з ними фінансових потоків як необхідної умови забезпечення фінансової безпеки підприємств оборонної промисловості.

Конфлікт інтересів (суперечності) аналізується щодо проходження матеріальних і пов'язаних із ними фінансових потоків, що відбуваються за чинної системи управління на вітчизняних оборонних підприємствах.

Методичною основою дослідження суперечностей потокових процесів підприємства були обрані аналіз і синтез. Економічний потік підприємства умовно розглянуто за характеристиками: обсяг потоку, час потоку і витрати потоку з подальшим урахуванням їхніх характерних якостей, властивостей, взаємозв'язків і суперечностей між ними.

Розроблена методика проектування логістичних рішень на підприємстві, яка передбачає здійснення повної оптимізації за допомогою методу компромісу матеріальних і пов'язаних із цим фінансових потоків. Запропонована імітаційна модель була доведена до впровадження програмного забезпечення та була протестована на оборонних машинобудівних підприємствах Києва.

Для врегулювання суперечностей, що виникають поетапно, встановлено два параметри (час потоку та обсяг потоку) за критеріями: 1) мінімізація витрат на всіх стадіях потоку; 2) мінімізація періоду оборотності оборотних коштів — доцільно використовувати метод багатокритеріальної оптимізації.

Вирішення багатокритеріального завдання оптимізації матеріальних і пов'язаних із цим фінансових потоків на підприємстві базується на використанні методу компромісу, який реалізується на основі моделювальних моделей. Запропонована модель складається з п'яти

взаємодіючих програмних елементів: модель управління програмою, програма закупівель, транспортна програма, програма складських складів, оцінка варіантів і програма вибору логістичних рішень.

Для розв'язання вищезазначеної проблеми пропонуємо використовувати метод «лівий нижній кут», який раніше використовувався для вирішення інженерних завдань. Запропонований метод дозволяє розв'язати задачу оптимізації вектора, коли критеріїв два, а кількість розглянутих варіантів — невелика.

**Ключові слова:** фінансова безпека підприємства, оборонних підприємств, матеріальний потік, фінансовий потік, багатокритеріальна оптимізація, імітаційна модель, логістичні витрати.

Формул: 1; рис.: 0; табл.: 4; бібл.: 26.

**Shemayeva L.**

*Doctor of Economics, Professor,  
Head of Financial Policy Department,  
National Institute for Strategic Studies, Kyiv, Ukraine;  
e-mail: shemayeva@ukr.net; ORCID ID: 0000-0002-2989-0823*

**Mihus I.P.**

*Doctor of Economics, Professor, Professor of the Department of Financial and Economic Security,  
«KROK» University, Kyiv, Ukraine;  
e-mail: [irynamehus@ukr.net](mailto:irynamehus@ukr.net); ORCID ID: 0000-0001-6939-9097*

**Shemayev V.**

*Doctor of Science in Military, Professor,  
Deputy Head of Defense and Industrial and Military-Technical Policy  
National Institute for Strategic Studies. Kyiv, Ukraine;  
e-mail: shemaev@niss.gov.ua; ORCID ID: 0000-0003-1629-6689*

**Shemayev V.**

*Doctor of Economics, Professor of Economic Theory Department,  
National Aviation University Kyiv, Ukraine;  
e-mail: v.shemayev@gmail.com; ORCID ID: 0000-0001-5599-3941*

**Melnyk L.**

*Ph. D. of Economics, Associate Professor,  
Associate Professor Department of Finance and Economics of Environmental Management,  
National University of Water Management and Environmental Engineering, Rivne, Ukraine;  
e-mail: l.m.melnyk@nuwm.edu.ua; ORCID ID: 0000-0003-1731-1860*

## **APPLICATION OF THE MODEL OF CROSS-OPTIMIZATION OF FINANCIAL AND MATERIAL FLOWS IN THE MECHANISM OF PROVISION OF FINANCIAL SECURITY**

**Abstract.** The problem of coordination of material and financial flows at defense enterprises in the production and delivery of the required volume of defense products in due time is considered. The purpose of the article is to theoretically substantiate the need to reconcile certain contradictions in the flow processes at enterprises and to develop a model of end-to-end optimization of material and related financial flows as a prerequisite for ensuring the financial security of defense industry enterprises. The conflicts of interest (contradictions) are analyzed in terms of the passage of material and related financial flows that occur under the existing management system at domestic defense enterprises.

Methodical basis for the study of contradictions in the flow processes of the enterprise in this work were selected analysis and synthesis. The economic flow of the enterprise is conditionally considered by the characteristics: the volume of flow, the time of flow and the cost of flow, with further consideration of their characteristic qualities, properties, relationships and contradictions between them.

The technique of designing logistics solutions at the enterprise has been developed, which involves the implementation of end-to-end optimization using the method of compromise of material and related financial flows. The proposed simulation model was brought to software implementation and was tested at the defense machine-building enterprises of Kyiv.

In order to solve the contradictions arising in stages, having two parameters (flow time and flow volume) according to the criteria: 1) minimization of costs at all stages of flow flow, 2) minimization of the working capital turnover period — it is advisable to use multicriteria optimization method.

The solution of the multicriteria problem of optimization of material and related financial flows at the enterprise is based on the use of the method of compromise, which is implemented on the basis of simulation models. The proposed model consists of five interacting program elements: Program Management Model, Purchasing Program, Transport Program, Warehouse Program, Option Evaluation and Logistics Solution Selection Program.

To solve the above problem, it is proposed to use the method «left lower corner», which was previously used to solve engineering problems. The proposed method allows to solve the problem of vector optimization when the criteria is two and the number of options considered is small.

**Keywords:** financial security of the enterprise, defense enterprises, material flow, financial flow, multicriteria optimization, simulation model, logistics costs.

**JEL Classification** B40, C39, M21

Formulas: 1; fig.: 0; tabl.: 4; bibl.: 26.

**Шемаева Л. Г.**

*доктор экономических наук, профессор, заведующая отделом финансовой политики,  
Национальный институт стратегических исследований, Киев, Украина;  
e-mail: shemayeva@ukr.net; ORCID ID: 0000-0002-2989-0823*

**Мигус И. П.**

*д.э.н., профессор, профессор кафедры финансово-экономической безопасности,  
Университет экономики и права «КРОК», Киев, Украина;  
e-mail: [iryamihus@ukr.net](mailto:iryamihus@ukr.net); ORCID ID: 0000-0001-6939-9097*

**Шемаев В. М.**

*доктор военных наук, профессор,  
заместитель заведующего отделом оборонно-промышленной и военно-технической политики,  
Национальный институт стратегических исследований, Киев, Украина;  
e-mail: shemaev@niss.gov.ua; ORCID ID: 0000-0003-1629-6689*

**Шемаев В. В.**

*доктор экономических наук, профессор кафедры экономической теории,  
Национальный авиационный университет, Киев, Украина;  
e-mail: v.shemayev@gmail.com; ORCID ID: 0000-0001-5599-3941*

**Мельник Л. М.**

*кандидат экономических наук, доцент,  
доцент кафедры финансов и экономики природопользования,  
Национальный университет водного хозяйства и природопользования, Ровно, Украина;  
e-mail: l.m.melnyk@nuwm.edu.ua; ORCID ID: 0000-0003-1731-1860*

## **ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ СКВОЗНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ФИНАНСОВЫХ И МАТЕРИАЛЬНЫХ ПОТОКОВ В МЕХАНИЗМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФИНАНСОВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОБОРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Аннотация.** Рассмотрена проблема согласования материальных и финансовых потоков на оборонных предприятиях при производстве и доставке нужного объема оборонной продукции в необходимые сроки.

Целью статьи является теоретическое обоснование необходимости согласования определенных противоречий в потоковых процессах на предприятиях и разработка модели сквозной оптимизации материальных и сопутствующих им финансовых потоков как предпосылки обеспечения финансовой безопасности предприятий оборонной промышленности.

Проанализированы конфликты интересов (противоречие) по условиям прохождения материальных и сопутствующих им финансовых потоков, которые имеют место при существующей системе менеджмента на отечественных оборонных предприятиях. Разработана методика проектирования логистических решений на предприятии, предусматривает осуществление сквозной оптимизации с использованием метода компромисса материальных и сопутствующих финансовых потоков. Предлагаемая имитационная модель доведена до программной реализации и была апробирована на оборонных машиностроительных предприятиях г. Киев.

**Ключевые слова:** финансовая безопасность предприятия, оборонные предприятия, материальный поток, финансовый поток, многокритериальная оптимизация, имитационная модель, логистические затраты.

Формул: 1; рис.: 0; табл.: 4; библи.: 26.

**Постановка проблеми.** У сучасних умовах на фінансову безпеку підприємств оборонної промисловості України значною мірою впливає низка зовнішніх і внутрішніх негативних умов та чинників, пов'язаних із лібералізацією зовнішньоекономічної діяльності, загостренням конкуренції на внутрішньому і зовнішніх ринках, що підсилюють суперечності у практиці діяльності вітчизняних підприємств та ускладнюють забезпечення їх фінансової безпеки.

У межах реалізації механізму забезпечення фінансової безпеки підприємств оборонної промисловості актуалізується питання необхідності досягнення потрібного ефекту при виконанні держзамовлення із мінімальними витратами фінансових ресурсів на усьому життєвому циклі зразка озброєння та військової техніки (ОВТ).

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблеми розвитку оборонної промисловості в контексті забезпечення економічної та воєнно-економічної безпеки на рівні держави та підприємства в останні роки розглядалися в роботах: Н. Аванесової [1], Л. Артеменко [2], В. Бадрака [3], І. Барановської [4], В. Бегми [5], В. Зубарева [6], Т. Момот [7], В. Мунтяна [8], І. Ткача [9], П. Толоч [9], J. Bers [10], A. Markusen [11], R. Stohl, S. Grillot [12], D. Hillier, B. Wood [13], Мігус І.П. [16] тощо.

Відаючи належне науковій та практичній значущості праць названих авторів, слід зазначити, що певне коло питань теоретико-методичного характеру є недостатньо дослідженим, серед яких є проблема узгодження матеріальних та фінансових потоків на оборонних підприємствах при виробництві та доставці потрібного обсягу оборонної продукції у необхідні терміни.

**Постановка завдання.** Метою статті є теоретичне обґрунтування необхідності узгодження визначених протиріч у потокових процесах на підприємствах та розроблення моделі наскрізної оптимізації матеріальних і супутніх ним фінансових потоків як передумови забезпечення фінансової безпеки підприємств оборонної промисловості.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** У загальному вигляді фінансовий потік — це організована за особливими правилами схема потоків грошових коштів на підприємстві. Рух грошових коштів будь-якого підприємства являє собою безперервний процес (для функціонуючого підприємства не існує його початкової і кінцевої точки). Можна лише говорити про цикл руху грошових коштів, який забезпечує фінансовими ресурсами процес виробництва і безперервно пов'язаний з виробничим, технологічним циклом. Початкова точка — перший етап фінансування виробництва збігається з кінцевою точкою циклу — отриманням і розподілом коштів від реалізації продукції. Якість організації цього потоку визначається різницею продажної ціни продукції і витрат на її виробництво за певний період.

Якщо вона позитивна, підприємство отримує прибуток, а якщо негативна — збиток. Насиченість потоку грошових коштів коливається в часі в залежності від виробничого графіка, обсягу продажів, терміну погашення дебіторської заборгованості, капітальних витрат і умов фінансування. Ефективність руху грошових потоків значною мірою визначається ефективністю їх управління.

У межах нашої роботи обмежимося розглядом фінансових потоків, що генеруються логістичним матеріальним потоком, тому що особливої актуальності представляє можливість їх координації в зв'язку з фінансовими потоками підприємств оборонної галузі, що дозволяє знизити їхні загальні витрати.

За чинної традиційної системи менеджменту на вітчизняних оборонних підприємствах мають місце конфлікти інтересів (протиріччя) за умовами проходження матеріальних і супутніх їм фінансових потоків. Головним завданням узгодження потоків є досягнення з найменшими витратами максимальної пристосованості підприємств до мінливого зовнішнього середовища, підвищення на ринку своєї частки і отримання переваг перед конкурентами.

Для цього потрібно створити інтегровану систему регулювання і контролю економічного потоку підприємства (матеріальних і супутніх їм інформаційних та фінансових потоків), що забезпечить високу якість постачання продукції та зміцнить фінансову безпеку підприємства. Але з цим пов'язана необхідність забезпечення взаємної відповідності матеріальних, інформаційних і фінансових потоків.

Методичною основою вивчення протиріч у потокових процесах підприємства в цій роботі були обрані аналіз і синтез. Економічний потік на підприємстві умовно розглядається за характеристиками: *обсяг потоку, час проходження потоку і витрати з проходження потоку* із подальшим розглядом характерних для них якості, властивостей, відносин та протиріч між ними. При цьому під *обсягом потоку* будемо вважати обсяг оборотних коштів підприємства у вартісному вираженні, що складається із стількох частин, на скільки етапів буде розділено матеріальний потік на підприємстві (зазвичай це етапи: закупівлі матеріальних ресурсів (ЗМР), доставки МР (ДМР), зберігання МР (ЗМР), переробки (П), зберігання продукції незавершеного виробництва (ЗНЗВ), зберігання готової продукції (ЗГП), доставки готової продукції (ДГП), отримання виручки за реалізовану продукцію (ВП) і оплати матеріальних ресурсів (ОМР)). Під *часом проходження потоку* будемо вважати час, протягом якого матеріальний потік на підприємстві здійснює оборот обігових коштів, що складається з часових відрізків, згідно з етапами проходження матеріального потоку; *витратами з проходження матеріального потоку* вважатимемо обсяг всіх логістичних витрат, які утворюються на всіх етапах проходження потоку. У табл. 1 і 2 зображено матриці протиріч на різних етапах проходження матеріального та супутнього йому фінансового потоку за параметрами *обсягу потоку і часу на його проходження*.

Таблиця 1

**Матриця суперечностей на етапах проходження матеріального і супутнього йому фінансового потоку на підприємстві за критерієм досягнення мінімуму фінансових витрат залежно від параметра «обсяг потоку»**

Етапи та вимоги до мінімізації витрат	Постачання			Виробництво		Збут		Розрахунки	
	ЗМР max	ДМР max	ЗМР min	П max	ЗНЗВ min	ЗГП min	ДГП max	ОМР min	ВП max
ЗМР max			+		+	+		+	
ДМР max			+		+	+		+	
ЗМР min				+			+		+
П max					+	+		+	
ЗНЗВ min							+		+
ЗГП min							+		+
ДГП max								+	
ОМР min									+
ВП max									

*Примітка.* Складено з урахуванням [9].

Таблиця 2

**Матриця суперечностей на етапах проходження матеріального і супутнього йому фінансового потоку на підприємстві за критерієм досягнення мінімуму фінансових витрат залежно від параметра «інтервал часу»**

Етапи і умови мінімізації витрат	Постачання			Виробництво		Збут		Розрахунки	
	ЗМР max	ДМР max	ЗМР min	П min	ЗНЗВ min	ЗГП min	ДГП max	ОМР max	ВП min
ЗМР max			+	+	+	+			+
ДМР max			+	+	+	+			+
ЗМР min							+	+	
П min							+	+	
ЗНЗВ min							+	+	
ЗГП min							+	+	
ДГП max									+
ОМР max									+
ВП min									

Примітка. Складено з урахуванням [9].

При зіставленні результатів, поданих у табл. 1 і 2, виявляються суперечності на етапах проходження матеріального та супутнього фінансового потоку за критерієм мінімізації витрат на проходження потоку одночасно за двома параметрами: за обсягом потоку та за інтервалом часу (табл. 3).

Таблиця 3

**Матриця суперечностей на етапах проходження матеріального та супутнього йому фінансового потоку на підприємстві за критерієм досягнення мінімуму фінансових витрат залежно від параметрів обсягу потоку (+), часу на його проходження (++) та одночасно за двома параметрами (+++)**

Етапи бізнес — процесів:	Етапи бізнес — процесів на підприємстві:								
	ЗМР	ДМР	ЗГП	П	ЗНЗВ	ЗГП	ДГП	ВП	ОМР
ЗМР			+++	++	+++	+++		++	+
ДМР			+++	++	+++	+++		++	+
ЗМР				+			+++	+	++
П					+	+	++		+++
ЗНЗВ							+++	+	++
ЗГП							+++	+	++
ДГП								++	+
ВП									+++
ОМР									

Примітка. Складено з урахуванням [9].

Зіставивши умови, за яких локальні критерії (а отже, і глобальний критерій — мінімум сукупних логістичних витрат) прагнуть до мінімуму, можна дійти висновку, що вони в багатьох випадках — суперечливі, що обумовлює виникнення протиріч. Це робить завдання їхнього наскрізного узгодження — багатокритеріальним (векторним) і вимагає розробки відповідного апарату узгодження, варіант якого розроблений і представлений далі.

Для того, щоб вирішити протиріччя, що виникають на етапах, маючи два параметра (час потоку і обсяг потоку) за критеріями: 1) мінімізації витрат на всіх етапах проходження потоку; 2) мінімізації періоду обороту оборотних коштів, доцільно застосувати метод багатокритеріальної оптимізації. Аналіз вітчизняної та зарубіжної літератури з проблем розв'язання багатокритеріальних задач [14] показав, що в даний час не існує математично строгого рішення багатокритеріальних задач оптимізації. У практичній діяльності подібні завдання вирішуються одним з трьох шляхів:

1. Оптимізація ієрархічної послідовності критеріїв якості, заснованих на введенні порядку переваги тих чи інших критеріїв. Застосування цього методу стає малоефективним для вирішення більшості практичних завдань, оскільки оптимізація за першим, найбільш

важливим з критеріїв призводить до єдиного оптимального рішення і зводиться до оптимізації за першим критерієм;

2. Перетворення всіх цільових функцій, крім однієї, в обмеження — також зводить завдання до однокритеріального, а отже, не повністю враховуються вимоги інших критеріїв;

3. Метод визначення рішення, заснований на тому чи іншому вигляді компромісу — останнім часом все частіше застосовується для вирішення широкого класу задач багатокритеріальної (векторної) оптимізації, особливо при конструюванні техніки (наприклад, при визначенні оптимальних параметрів теплообмінних апаратів атомних електростанцій щодо мінімізації ваги і обсягу конденсатора, вартості системи охолодження та ін. [15]). Відрізняється цей метод тим, що він не зводить багатокритеріальні задачі до однокритеріальних.

Поставлене багатокритеріальне економічне завдання щодо узгодження матеріального і фінансового потоку на підприємстві для досягнення мінімізації витрат на проходження потоку за двома критеріями: обсяг і час його проходження вирішується далі із застосуванням методу компромісу за такою послідовністю:

- 1) вибір параметрів: час проходження потоку (Т) і обсяг потоку (N);
- 2) вибір критеріїв узгодження за етапами проходження матеріальних та супутніх фінансових потоків [17—20];
- 3) вибір обмежень (в нашому випадку це бюджети витрат) [21];
- 4) складання простору можливих параметрів (рішень) [22; 23];
- 5) вибір з усього простору можливих рішень — ефективних параметрів (або області компромісу) [24; 25];
- 6) вибір оптимальних параметрів з області компромісу відповідно до принципу компромісу, обраного для кожної конкретної ситуації [26].

З метою вирішення завдання наскрізної оптимізації матеріальних і супутніх фінансових потоків на підприємстві була розроблена відповідна методика проектування логістичних рішень на підприємстві. У загальному випадку послідовність вирішення завдань компромісної оптимізації полягає в такому:

*на першому етапі:* складається список параметрів, що (ймовірно) впливають на результат рішення; формується правило вибору найкращого рішення; фіксуються аналітичні вирази прийнятих критеріїв оцінки якості рішення; встановлюється межа зміни параметрів (припустимі області зміни параметрів);

*на другому етапі* генеруються послідовності квазівипадкових чисел, що перетворюються в змінні завдання за допомогою методу ЛПТ- послідовностей (кожен набір вихідних даних характеризує пробну точку, тобто відповідає одному конкретному кількісному значенню критеріїв. При цьому перевіряється належність пробної точки до прийнятної області змінних. Якщо пробна точка не належить до цієї області, то вона з розгляду виключається). Цей етап роботи виконується автоматично;

*на третьому етапі* складається таблиця рішень, тобто таблиця, число рядків у якій дорівнює числу генерованих рівномірно розподілених випадкових чисел (або векторів), а стовпці — чисельним значенням введених критеріїв;

*на четвертому етапі* в людино-машинному режимі виконується аналіз таблиці рішень для вибору найкращих варіантів. Параметри обраної точки (n, t) будуть оптимальними для даного завдання.

Рішення багатокритеріальної задачі оптимізації матеріальних і супутніх їм фінансових потоків на підприємстві засноване на основі використання методу компромісу, що реалізується на базі імітаційних моделей. Пропонована модель складається з п'яти пов'язаних між собою програмних елементів: програми «Керуюча модель», програми «Закупівля», програми «Транспорт», програми «Склад», програми «Оцінка варіанта і вибір логістичного рішення».

Програма «Закупівля» містить інформацію про умови оформлення замовлень і цінову політику (про залежність ціни партії від її обсягу, про вартість оформлення замовлення

ресурсів залежно від тривалості цієї процедури тощо); потребу продукції, що закуповується (її кількість); здійснює вибір набору даних щодо кількості партій і умов їх закупівлі, що забезпечують мінімальну вартість замовлення.

Програма «Транспорт» має у своєму розпорядженні відомості, отримані від програми «Закупівля», забезпечує оптимальний вибір виду і вантажопідйомність транспортних засобів, які мінімізують сумарну вартість перевезень.

Програма «Склад» забезпечує вибір номенклатури складів, який мінімізує вартість зберігання сировини та комплектуючих.

Призначення програми оцінки варіантів і вибору логістичного рішення — очевидно. Але порядок векторної оптимізації логістичного процесу на підприємстві, тобто вибір такого варіанта рішення про обсяг закуповуваної партії, її транспортування і спосіб його зберігання, що забезпечував би найкраще рішення за двома критеріями: *мінімізації логістичних витрат на одиницю продукції*, що випускається, і *періоду обігу оборотних коштів* — пропонуємо розглянути далі більш детально.

Для вирішення розглянутого вище завдання пропонується використання методу «лівого нижнього кута», який раніше застосовувався для вирішення інженерно-технічних завдань [15]. Запропонований метод дозволяє вирішити задачу векторної оптимізації в разі, коли критеріїв два, а кількість розглянутих варіантів ( $v$ ) невелика (у нашому випадку це шість варіантів закупівлі, транспортування і зберігання: місячної, двомісячної, квартальної, чотиримісячної, піврічної і річної потреби в матеріалах). Кожен варіант рішення характеризується вектором:

$$D_v = (S_{\text{лог. } v}, T_{\text{об. } v}), v = 1, 6,$$

де  $S_{\text{лог. } v}$  — логістичні витрати на одиницю продукції, що випускається (сумарні, що включають витрати на закупівлю, доставку і зберігання). Для зіставлення введено поняття приведеної вартості, віднесеної до вартості одиниці готової продукції, випущеної за відповідний період;  $T_{\text{об. } v}$  — період обігу оборотних коштів.

Пропонований алгоритм дозволяє вирішити задачу векторної оптимізації (визначення області компромісу) і вибору рішення всередині обраної області шляхом проведення процедури відшукування «негірших точок», при якому попарно порівнюються всі точки, що увійшли в область рішень. Метод заснований на виключенні безумовно гірших варіантів (тобто фільтрація лівої нижньої точки). У загальному випадку процедура вибору кращого рішення описана алгоритмом [15].

**Висновки з проведеного дослідження.** Пропонована імітаційна модель наскрізної оптимізації матеріального і супутнього фінансового потоку доведена до програмної реалізації була апробована на оборонних машинобудівних підприємствах м. Києва. Результати використання компромісної моделі на оборонних підприємствах та ілюстрація вибору найкращого компромісного рішення на ПАТ «Київський завод «Радар» представлені у табл. 4.

Таблиця 4

**Результати використання моделі компромісів  
на підприємствах оборонної промисловості м. Києва**

Показники (станом на 2017 рік)	ДП ВО «Київприлад»			ПАТ «Київський завод «Радар»			ТОВ АНТЦ «Авіадіагностика»		
	а	б	%	а	б	%	а	б	%
Тривалість інтервалу між поставками МР, дні	13,4	12,6	- 10	24	20	- 17	30	26	- 15
Обсяг матеріальних запасів, тис. грн.	2800	2380	- 15	3164	2847	- 10	5971	5476	- 9
Витрати на закупівлю матеріалів, тис. грн.	1753,3	1542,7	- 12	3878	3659	- 4	4840	4356	- 10
Витрати на транспортування, тис. грн.	98,5	88,9	- 9,8	162	158	- 3	384	352	- 8,4

Витрати на зберігання, тис. грн.	116,2	97,63	- 16	270	256,5	- 5	640	612	- 5
Інші витрати, тис. грн.	126	127	0,7	131	130	- 1	390	368	- 6
Всього логістичних витрат, тис. грн.	2094	1856	- 1,4	4441	4204	- 6	5954	5688	- 5
Питома вага логістичних витрат в загальній їх сумі	0,95	0,85	-10	0,92	0,83	9	0,88	0,81	- 8
Обсяг обігових коштів, тис. грн.	3662	3295,8	-10,2	4005	3870	- 4	6124	6011	- 2
Обсяг реалізації, тис. грн	4200	4300	+2,3	5400	5400	-	12800	12800	-
Оборотність обігових коштів	1,5	1,8	+20	1,7	1,8	+5	2,14	2,3	+7
Рентабельність, %	25	26	+6	18	19	+5	20	22	+10

Примітки: а — до використання моделі; б — після використання моделі; в — % зміни показника.

Результати свідчать про зниження логістичних витрат, прискорення оборотності обігових коштів і зменшення їхнього обсягу за запланованого обсягу реалізації продукції.

Запропонований інструмент координації оперативного управління фінансовими і матеріальними потоками задля їх узгодження на оборонних підприємствах може бути використано для вирішення завдань фінансової логістики та як інструмент механізму забезпечення фінансової безпеки підприємств оборонної промисловості, що є напрямом подальших досліджень.

#### Література

1. Аванесова Н. Е. Системний підхід до формування стратегії забезпечення економічної безпеки оборонної промисловості України в умовах євроінтеграції [Електронний ресурс] / Н. Е. Аванесова // Вісник економіки транспорту і промисловості. — 2017. — Вип. 57. — С. 20—27. — Режим доступу : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vetr\\_2017\\_57\\_4](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vetr_2017_57_4).
2. Артеменко Л. П. Розвиток оборонних підприємств в умовах вимушеної ремілітаризації економіки України / Л. П. Артеменко // Стратегічні пріоритети. Економіка. — 2017. — № 3. — С. 140—149.
3. Бадрак В. Як змінився оборонний потенціал України за 5 років війни: здобутки і виклики [Електронний ресурс] / В. Бадрак, І. Штогрін // Радіо Свобода. — 2018. — Режим доступу : <https://www.radiosvoboda.org/a/29678050.html>.
4. Барановська І. В. Якісні параметри модернізації національної економіки [Електронний ресурс] / І. В. Барановська // Економіка і регіон. — 2015. — № 6. — С. 16—21. — Режим доступу : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/econrig\\_2015\\_6\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/econrig_2015_6_5).
5. Бегма В. М. Офсетна політика держав в умовах глобалізації. Оцінки та прогнози : монографія / В. М. Бегма, С. П. Мокляк та ін. — Київ : НІСД, 2011. — 352 с.
6. Зубарев В. В. Впровадження процедури прогнозування пошкоджень ОВТ від впливу осколкової дії засобів ураження в перспективну АСУ матеріально-технічним забезпеченням / В. В. Зубарев, Д. М. Запара, М. Б. Бровко, В. В. Старцев, Р. Ю. Кушпета, М. В. Дудко // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних сил. — 2018. — № 4 (58). — С. 50—56.
7. Момот Т. В. Оборонно-промисловий комплекс України: пріоритетні напрями реформування в умовах євроінтеграції [Електронний ресурс] / Т. В. Момот, Н. Е. Аванесова, І. Ю. Віннік // Економіка і регіону. — 2015. — № 5. — С. 27—33. — Режим доступу : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/econrig\\_2015\\_5\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/econrig_2015_5_7).
8. Економічна безпека держави: стратегія, енергетика, інформаційні технології : монографія / [Мунтіян В. І., Прокопенко О. В., Петрушенко М. М. та ін.] ; за наук. ред. д-ра тех. наук, проф. С. О. Лук'яненко, канд. екон. наук, доц. Н. В. Караєвої. — Київ : Видавництво ООО «Юрка Любченка», 2014. — 468 с.
9. Ткач І. М. Аналіз впливу оборонних витрат на воєнно-економічну безпеку / П. О. Толок, І. М. Ткач, Є. Ю. Корольов // Вісник Національної академії оборони. — 2010. — № 2 (15). — С. 217—221.
10. Bers J. Development and validation of a strategic repositioning model for defense and aerospace contractors: Ph. D. Dissertation. — Vanderbilt, 1998. — № 9—10 (11—12).
11. Markusen A. The post-cold war persistence of defense specialized firms / A. Markusen ; G. Susman & S. O'Keefe (Eds.) // The Defense Industry in the Post-Cold War Era: Corporate Strategy and Public Policy Perspectives. — Oxford, 1998. — 121—146 p.
12. Stohl R. The International Arms Trade/ R. Stohl, S. Grillot // Wiley Press. — 2009. — 176 p.
13. Hillier D. Shattered Lives — the case for tough international arms control / D. Hillier; B. Wood // Control Arms Campaign. — P. 19.
14. Вентцель Е. С. Элементы динамического программирования / Е. С. Вентцель. — Москва : Наука, 1981. — 176 с.
15. Соболев И. М. Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями / И. М. Соболев, Р. Б. Статников. — Москва : Дрофа, 2006. — 175 с.
16. Mihus I. The role of investment strategy in the strategic management system of service companies / Mihus I. (et al.) // Academy of Strategic Management Journal. — 2019. — Vol. 18. — Is. 1.
17. Mishchuk H. Prospects of Assessing the Impact of External Student Migration on Restoring the Country's Intellectual Potential (Case Study of Ukraine) / H. Mishchuk, I. Roshchuk, J. Sułkowska, & S. Vojtovič // Economics & Sociology. — 2019. — № 12 (3). — P. 209—219.
18. Mishchuk H. Income inequality and its consequences within the framework of social justice / H. Mishchuk, N. Samoliuk, Yu. Bilan, D. Streimikienė // Problemy Ekorozwoju. — 2018. — Vol. 13 (2). — P. 131—138.
19. Mishchuk H. Shadow incomes and real inequality within the framework of leadership and social change / H. Mishchuk, H. Yurchuk, Yu. Bilan // Springer International Publishing AG. — 2018.

20. Bilan, Yu. Impact of Income Distribution on Social and Economic Well-Being of the State / Yu. Bilan, H. Mishchuk, N. Samoliuk, H. Yurchyk // *Sustainability*. — 2020. — № 12. — № 429. <https://doi.org/10.3390/su12010429>.
21. Liubkina O. Financial Instruments of Stimulating Innovative Activities of Enterprises and Their Improvements / O. Liubkina, T. Murovana, A. Magomedova, E. Siskos, & L. Akimova // *Marketing and Management of Innovations*. — 2019. — № 4. — P. 336—352. <http://doi.org/10.21272/mmi.2019.4-26>.
22. Kalyayev A. Global Security Governance: Conceptual Approaches and Practical Imperatives / A. Kalyayev, G. Efimov, V. Motornyy, R. Dziaany, L. Akimova // *International Business Information Management Conference (33rd IBIMA)*, Granada, Spain, 2019, 10—11 April. — P. 4484—4495.
23. Akimova L. M. State regulation of foreign economic activity / L. M. Akimova, O. O. Akimov, O. O. Liakhovich // *Scientific bulletin of Polissia*. — 2017. — № 4 (12). — Part 1. — P. 98—103.
24. Yakymchuk A. Y. Applied project approach in the national economy: practical aspects / A. Y. Yakymchuk, L. M. Akimova, T. O. Simchuk // *Scientific bulletin of Polissia*. — 2017. — № 4 (12). — Part 2. — P. 170—177.
25. Yakymchuk A. Y. Regional innovation economy: aspects of economic development / A. Y. Yakymchuk, A. M. Valyukh, L. M. Akimova // *Scientific bulletin of Polissia*. — 2017. — № 3 (11). — Part 1. — P. 170—177.
26. Harafonova O. I. The substantiation of the strategy of social responsibility of the enterprise with the aim of providing efficiency of its activities / O. I. Harafonova, G. V. Zhosan, L. M. Akimova // *Marketing and Management of Innovations*. — 2017. — № 3. — P. 267—279.

Стаття рекомендована до друку 02.06.2020

© Шемаєва Л. Г., Мізус І. П., Шемаєв В. М., Шемаєв В. В., Мельник Л. М.

### References

1. Avanesova, N. E. (2017). Systemnyi pidkhid do formuvannya stratehii zabezpechennia ekonomichnoi bezpeky oboronnoi promyslovosti Ukrainy v umovakh yevrointehratsii [System approach to the formation of a strategy for ensuring the economic security of the defense industry of Ukraine in terms of European integration]. *Bulletin of Transport Economics and Industry — Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti*, 57, 20—27 [in Ukrainian].
2. Artemenko, L. P. (2017). Rozvytok oboronnykh pidpryyemstv v umovakh vymushenoyi remilitaryzatsiyi ekonomiky Ukrainy [Development of defense enterprises in terms of forced remilitarization of the economy of Ukraine]. *Stratehichni priorytety. Ekonomika — Strategic priorities. Economy*, 3, 140—149 [in Ukrainian].
3. Badrak, V., & Shtogrin, I. (2018). Yak zminyvsia oboronnyi potentsial Ukrainy za 5 rokiv viiny: zdobutky i vyklyky [How the defense potential of Ukraine has changed over 5 years of war: achievements and challenges]. *Radio Svoboda — Radio Svoboda*. Retrieved from <https://www.radiosvoboda.org/a/29678050.html> [in Ukrainian].
4. Baranovska, I. V. (2015). Yakisni parametry modernizatsii natsionalnoi ekonomiky [Qualitative parameters of modernization of the national economy]. *Ekonomika i rehion — Economy and region*, 6, 16—21. Retrieved from [http://nbuv.gov.ua/UJRN/econrig\\_2015\\_6\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/econrig_2015_6_5) [in Ukrainian].
5. Behma, V. M., & Mokliak, S. P. (et al.). (2011). *Ofsetna polityka derzhav v umovakh hlobalizatsii. Otsinky ta prohnozy [Offset policy of states in the context of globalization. Estimates and forecasts]*. Kyiv: NISD [in Ukrainian].
6. Zubarev, V. V., Zapara D. M., Brovko M. B., Startsev V. V., Kushpeta R. Yu., & Dudko M. V. (2018). Vprovadzhenia protsedury prohnozuvannya poshkodzen OVT vid vplyvu oskolkovoi dii zasobiv urazhennia v perspektyvnu ASU materialno-tekhnichnym zabezpechenniam [Implementation of the procedure for predicting damage to weapons from the impact of fragmentation of the means of destruction in the prospective ACS logistics]. *Zbirnyk naukovykh prats Kharkivskoho natsionalnoho universytetu Povitrianykh syl — Collection of scientific works of Kharkiv National University of the Air Force*, 4 (58), 50—56 [in Ukrainian].
7. Momot, T. V., Avanesova, N. E., & Vinnik, I. Yu. (2015). Oboronno-promyslovyi kompleks Ukrainy: priorytetni napriamy reformuvannya v umovakh yevrointehratsii [Defense and industrial complex of Ukraine: priority areas of reform in terms of European integration]. *Ekonomika i rehionu — Economy and region*, 5, 27—33. Retrieved from [http://nbuv.gov.ua/UJRN/econrig\\_2015\\_5\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/econrig_2015_5_7) [in Ukrainian].
8. Muntian, V. I., Prokopenko, O. V., & Petrusenko, M. M. (et al.). (2014). *Ekonomichna bezpeka derzhavy: stratehiia, enerhetyka, informatsiini tekhnologii [Economic security of the state: strategy, energy, information technologies]*. S. O. Lukianenko, N. V. Karaieva (Ed.). Kyiv: Vydavnytstvo OOO «Iurka Liubchenka» [in Ukrainian].
9. Tkach, I. M., Tolok, P. O., & Korolov, Ye. Yu. (2010). Analiz vplyvu oboronnykh vytrat na voyenno-ekonomichnu bezpeku [Analysis of the impact of defense spending on military and economic security]. *Visnyk Natsionalnoi akademii oborony — Bulletin of the National Defense Academy*, 2 (15), 217—221 [in Ukrainian].
10. Bers, J. (1998). Development and validation of a strategic repositioning model for defense and aerospace contractors. Candidate's thesis. *Vanderbilt University*, 9—10 (11—12).
11. Markusen, A. (1998). The post-cold war persistence of defense specialized firms. G. Susman, & O'Keefe S. (Eds.). *The Defense Industry in the Post-Cold War Era: Corporate Strategy and Public Policy Perspectives*. Oxford, Elsevier Science.
12. Stohl, R., & Grillot, S. (2009). *The International Arms Trade*. Wiley Press.
13. Hillier, D., & Wood, B. (2003). Shattered Lives — the case for tough international arms control. *Control Arms Campaign*, 19.
14. Ventcel', E. S. (1981). *Elementy dinamicheskogo programmirovaniya [Elements of dynamic programming]*. Moscow: Nauka [in Russian].
15. Sobol', I. M., & Statnikov, R. B. (2006). *Vibor optimal'nykh parametrov v zadachah so mnogimi kriteriyami [The choice of optimal parameters in problems with many criteria]*. Moscow: Drofa [in Russian].
16. Mihus, I. (et al.). (2019). The role of investment strategy in the strategic management system of service companies. *Academy of Strategic Management Journal*, Vol. 18, Is. 1.
17. Mishchuk, H., Roshchuk, I., Sul'kowska, J., & Vojtovič, S. (2019). Prospects of Assessing the Impact of External Student Migration on Restoring the Country's Intellectual Potential (Case Study of Ukraine). *Economics & Sociology*, 12 (3), 209—219.
18. Mishchuk, H., Samoliuk, N., Bilan, Yu., & Streimikiene, D. (2018). Income inequality and its consequences within the framework of social justice. *Problemy Ekorozwoju*, Vol. 13 (2), 131—138.
19. Mishchuk H., Yurchyk, H., & Bilan, Yu. (2018). Shadow incomes and real inequality within the framework of leadership and social change. *Springer International Publishing AG*.

20. Bilan, Yu., Mishchuk, H., Samoliuk, N., & Yurchyk, H. (2020). Impact of Income Distribution on Social and Economic Well-Being of the State. *Sustainability*, 12, 429. <https://doi.org/10.3390/su12010429>.
21. Liubkina, O., Murovana, T., Magomedova, A., Siskos, E., & Akimova, L. (2019). Financial Instruments of Stimulating Innovative Activities of Enterprises and Their Improvements. *Marketing and Management of Innovations*, 4, 336—352. <http://doi.org/10.21272/mmi.2019.4-26>.
22. Kalyayev, A., Efimov, G., Motorny, V., Dzianyi, R., & Akimova, L. (2019). Global Security Governance: Conceptual Approaches and Practical Imperatives. *International Business Information Management Conference (33rd IBIMA)*. Granada, Spain 10—11 April, (pp. 4484—4495).
23. Akimova, L. M., Akimov, O. O., & Liakhovich, O. O. (2017). State regulation of foreign economic activity. *Scientific bulletin of Polissia*, 4 (12), 98—103.
24. Yakymchuk, A. Y., Akimova, L. M., & Simchuk, T. O. (2017). Applied project approach in the national economy: practical aspects. *Scientific bulletin of Polissia*, 4 (12), 170—177.
25. Yakymchuk, A. Y., Valyukh, A. M., & Akimova, L. M. (2017). Regional innovation economy: aspects of economic development. *Scientific bulletin of Polissia*, 3 (11), 170—177.
26. Harafonova, O. I., Zhosan, G. V., & Akimova, L. M. (2017). The substantiation of the strategy of social responsibility of the enterprise with the aim of providing efficiency of its activities. *Marketing and Management of Innovations*, 3, 267—279.

*The article is recommended for printing 02.06.2020*

© Shemayeva L. G., Mihus I.P., Shemayev V. M.,  
Shemayev V. V., Melnyk L. M.