

Національний університет
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

National University
«Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»

ЕКОНОМІКА І РЕГІОН

№ 1 (92) 2024

ECONOMICS AND REGION

Vol. 1 (92) 2024



www.eir.nupp.edu.ua



Видавничий дім
«Гельветика»
2024

ЕКОНОМІКА І РЕГІОН

№ 1 (92)
2024



ECONOMICS AND REGION



Національний університет «Полтавська політехніка
імені Юрія Кондратюка»

Лютий 2024 р.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

- ОНИЩЕНКО В.О.** – головний редактор, д.е.н., проф., ректор Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»;
- ЧИЖЕВСЬКА М.Б.** – заступник головного редактора, к.е.н., доц., завідувач кафедри економіки, підприємництва та маркетингу Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»;
- СІВЦЬКА С.П.** – відповідальний секретар, к.е.н., доц., доцент кафедри фінансів, банківського бізнесу та оподаткування Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»;
- ВАРНАЛІЙ З.С.** – д.е.н., проф., професор кафедри фінансів Київського національного університету імені Т.Г. Шевченка (за згодою);
- ГРИШКО В.В.** – д.е.н., проф., завідувач кафедри менеджменту і логістики Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»;
- ДУБИЦЕВ В.П.** – д.е.н., проф., професор кафедри економічної теорії та економічної кібернетики Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»;
- КОЗАЧЕНКО Г.В.** – д.е.н., проф., професор кафедри економічної безпеки та фінансових розслідувань Національної академії внутрішніх справ (за згодою);
- КОМЕЛІНА О.В.** – д.е.н., проф., професор кафедри менеджменту і логістики Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»;
- КОРГАНШВІЛІ Л.Д.** – д.е.н., проф., керівник центру забезпечення якості та наукової діяльності Міжнародної школи туризму Тбіліського державного університету імені І. Джавахішвілі (за згодою);
- ОНИЩЕНКО С.В.** – д.е.н., проф., директор Навчально-наукового інституту фінансів, економіки, управління та права Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»;
- ПАЛАЩАКОВА ДАНІЕЛЛА** – доктор філософії (PhD), молодший науковий співробітник кафедри економічної теорії Технічного університету у Кошице (Словаччина) (за згодою);
- ПТАЩЕНКО Л.О.** – д.е.н., проф., професор кафедри фінансів, банківського бізнесу та оподаткування Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»;
- РОЛЬНИК-САДОВСЬКА Є.** – доктор (Dr), асоц. професор, заступник декана з навчальної роботи факультету менеджменту Білостоцької Політехніки, м. Білосток (Польща) (за згодою);
- РЯЩЕНКО Вікторія** – д.е.н., асоц. професор, Університет ISMA (Латвія) (за згодою);
- ХУНЬЄТ Аніца** – д.ф., проф., проректор Університету Північ (Хорватія) (за згодою);
- ЧИЧКАЛО-КОНДРАЦЬКА І.Б.** – д.е.н., проф., завідувач кафедри міжнародних економічних відносин та туризму Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»;
- ШИДЛЮ Джоанна** – доктор філософії (PhD), доцент Білостоцької Політехніки, м. Білосток (Польща) (за згодою);
- ШПІЛЬКО Данута** – доктор філософії (PhD), асистент професора Білостоцької Політехніки, заступник начальника міжнародного відділу логістики та сервісної інженерії, м. Білосток (Польща) (за згодою).

Журнал «Економіка і регіон»
Внесений до переліку наукових
фахових видань України
(наказ МОН України 1279 від 16.11.2014,
зі змінами згідно наказу № 157 від 09.02.2021).

Вид видання – науковий журнал.
Концепція журналу базується на багаторічному
науковому, фаховому висвітленні актуальних
проблем економіки України і світу.

Основні рубрики: економіка та управління
національним господарством; розвиток продуктивних
сил і регіональна економіка; економічна теорія та
історія економічної думки; світове господарство і
міжнародні економічні відносини; економіка та
управління підприємствами (за видами економічної
діяльності); економіка природокористування й охорона
навколишнього середовища; демографія, економіка
праці, соціальна економіка та політика; гроші, фінанси
і кредит; бухгалтерський облік, аналіз та аудит;
статистика; математичні методи, моделі й
інформаційні технології в економіці; економічна
безпека держави та суб'єктів господарювання.

Видається з липня 2003 р.

Виходить чотири рази на рік.

Свідчення про державну реєстрацію

КВ 24613-14553 ПР, видане 29.10.2020 р.

Міністерство юстиції України

Засновник журналу:

Національний університет «Полтавська
політехніка імені Юрія Кондратюка»

Назва, концепція, зміст і дизайн журналу «ЕІР»
є інтелектуальною власністю редакції журналу
«Економіка і регіон» та охороняється законом
про авторські й суміжні права. При
передрукуванні посилання на журнал
«ЕІР» обов'язкове.

Матеріали друкуються мовою оригіналу.

Відповідальність за точність поданих
даних несуть автори матеріалів,
редакція не завжди поділяє думку авторів.

ISSN 2218-1199 (Print)

ISSN 2414-0538 (Online)

E-mail: econom@nupp.poltava.ua

Сайт журналу: <http://journals.nupp.edu.ua/eir>

Рекомендовано до друку Вченою радою

Національного університету «Полтавська

політехніка імені Юрія Кондратюка

(прот. № 2 від 09.02.2024)

Верстка Л.А. Свистун

Коректор англ. О.О. Петях

Коректор укр. Я.І. Вишнякова.

Здано до набору 12.02.2024

Підписано до друку 14.02.2024

Формат 60x80 1/8. Обл.-видавн. арк. 29,69

Тираж 300 прим. Замовлення № 0424/248.

Надруковано: Видавничий дім «Гельветика»

65101, Україна, м. Одеса, вул. Інглєзі, 6/1

Телефони: +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08

E-mail: mailbox@helvetica.ua

Свідчення суб'єкта видавничої справи

ДК № 7623 від 22.06.2022 р

ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ НАЦІОНАЛЬНИМ ГОСПОДАРСТВОМ

- 8 Яременко О.Л., Жукова Л.М., Биба В.В. Вплив економічної рецесії на управління інноваційним забезпеченням функцій держави під час кризових ситуацій
- 15 Гулієва Д. Фактори, що зумовлюють перехід аграрного підрозділу до ринкових відносин
- 20 Аллахвердієва М., Агаєва К., Таваккулова С. Значення реклами у світовій торгівлі
- 26 Онищенко В.Є., Загорельська Т.Ю., Клименко Д.О. Використання стратегічного аналізу для оцінки будівельної галузі України

РОЗВИТОК ПРОДУКТИВНИХ СИЛ І РЕГІОНАЛЬНА ЕКОНОМІКА

- 33 Іванова Т.В., Петренко К.В., Скоробогатова Н.Є. Роль громад у соціально-економічному розвитку регіонів (на прикладі Одеської області)
- 43 Лайко О.І., Шатненко К.О. Вплив управлінського аспекту функціонування індустріального парку на реалізацію регіональної політики згуртованості в Україні

ЕКОНОМІЧНА ТЕОРІЯ ТА ІСТОРІЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ДУМКИ

- 51 Жалінська І.В. Еволюція напрямів досліджень у сфері омніканальності в управлінні маркетингом
- 60 Ткач Є.В. Стратегування економічної політики та формування економіки для людини (нооекономіки)

СВІТОВЕ ГОСПОДАРСТВО І МІЖНАРОДНІ ЕКОНОМІЧНІ ВІДНОСИНИ

- 69 Гасімов Р.І. Аналіз інжинірингових послуг будівельного сектору в Азербайджанській Республіці
- 73 Агаєва К., Валієв Д., Амрах ХХХ. Аналіз торговельних відносин між Туреччиною та країнами Організації тюркських держав

- 79 Титаренко Л.М., Левченко І.В., Потькало К.О. Пріоритети корпоративної культури в умовах міжнародних трансформацій

ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВАМИ

- 87 Бабух І.Б., Романюк Н.В. Маркетинговий аналіз товарної політики підприємства: цілі, завдання, перспективи
- 94 Биба В.В., Пінчук Н.М., Марченко В.О. Управління стратегією підприємства на основі концепції зацікавлених сторін
- 103 Викричач М.М., Князь С.В., Русин-Гриник Р.Р. Фактори впливу на формування і розвиток трансферного потенціалу торговельних підприємств
- 109 Вівсюк І.О. Особливості структуризації економічного потенціалу підприємства готельного господарства
- 115 Кобеля-Звір М.Я. Гранти програми МАТРА для громадських та освітніх організацій в умовах війни
- 120 Агаєва К., Пашаєва А. Аналіз процесу комунікації за показниками якості бізнес-інститутів в Азербайджані
- 126 Агаєва К., Алієв М. Класифікація факторів, що впливають на продуктивність праці в приватних компаніях Азербайджану (ACCESS Bank)
- 131 Мамедов М.А. Технологічні та економічні напрямки організації та управління публічно-приватним співробітництвом
- 136 Онищенко С.В., Маслій О.А., Пантась В.В. Ділова активність бізнесу в Україні: цифрова трансформація та сталий розвиток
- 147 Приймак В.І., Голубник О.Р., Кравчук Ю.О. Аналіз лояльності клієнтів аптечної мережі
- 155 Стецик Ю.М. Аналіз ринку взуття та його вплив на управління асортиментом та якістю взуття
- 162 Суворова І.М., Гречковська А.І., Кордяк М.О. Актуальні проблеми управління логістичними бізнес-процесами на сучасних підприємствах

- 168 Сущенко О.А., Погуда О.А. Аналіз акторів розвитку ринку пасажирських авіаперевезень у сфері туризму
- 174 Терехух А.А., Роїк О.Р. Особливості тактичного управління діяльністю підприємництва України в умовах війни
- 183 Ткаченко С.М., Огренич Ю.О., Кайрачка Н.В. Цифровізація бізнес-процесів як інструмент запобігання банкрутства на підприємствах в умовах змінності ринкового середовища
- 195 Тоцька О.Л., Провіріков М.В. Організаційна структура та зовнішні взаємозв'язки міжнародного автомобільного вантажного перевізника
- 202 Фатахов І.В. Методи оцінки управління конкурентоспроможністю в будівельній галузі

ДЕМОГРАФІЯ, ЕКОНОМІКА ПРАЦІ, СОЦІАЛЬНА ЕКОНОМІКА ТА ПОЛІТИКА

- 206 Єфанов В.А. Специфіка організації трудових відносин в умовах війни в Україні

ГРОШІ, ФІНАНСИ І КРЕДИТ

- 212 Вовчак О.Д., Ярошенко О.О. Застосування досвіду повоєнного економічного відновлення Німеччини, Японії та Південної Кореї до реалій України
- 219 Філонич О.М. Порівняльний аналіз формування доходів місцевих бюджетів України та Польщі в умовах децентралізації

БУХГАЛТЕРСЬКИЙ ОБЛІК, АНАЛІЗ ТА АУДИТ

- 227 Дмитренко А.В., Лоза А.В. Шляхи вдосконалення обліку, аудиту та оподаткування діяльності суб'єктів господарювання в контексті впровадження європейської практики управління та впровадження в облік штучного інтелекту

- 232 Кравченко О.В., Агафонова Є.О. Облік розрахунків з оплати праці під час воєнного стану в Україні

- 237 Позняковська Н.М. Облікова політика та урегулювання діяльності організацій громадянського суспільства

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ Й ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

- 244 Мартинова О.В. Застосування теорії нечітких множин в оцінці економічної ефективності та ризику інвестиційних проектів в умовах невизначеності

ЕКОНОМІЧНА БЕЗПЕКА ДЕРЖАВИ ТА СУБ'ЄКТІВ ГОСПОДАРЮВАННЯ

- 251 Зачосова Н.В. Аспекти кадрового забезпечення та кадрового потенціалу у безпеку орієнтованому управлінні бізнес-процесами під час відновлення національної економічної безпеки
- 260 Липичак Н.І. Державне регулювання якістю продукції в контексті забезпечення безпеки на внутрішньому ринку

ПУБЛІЧНЕ УПРАВЛІННЯ ТА АДМІНІСТРУВАННЯ

- 265 Арабаджійський Н. Публічне управління у сфері державних закупівель в Республіці Болгарія
- 274 Лахижа М.І. Державне регулювання модернізації вищої освіти та науки в умовах європейської інтеграції

ECONOMICS AND REGION № 1 (92) 2024



EKOONOMIKA I REGION



National University
«Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»

February 2024

EDITORIAL BOARD:

- ONYSHCHENKO V.O.** – Editor-in-Chief, Doctor of Sciences (Economics), Professor, Rector of National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»;
- CHYZHEVSKA M.B.** – Deputy Chief Editor, PhD (Economics), Associate Professor, Head of Economics, Entrepreneurship and Marketing Department of National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»;
- SIVITSKA S.P.** – Executive Secretary, PhD (Economics), Associate Professor, Senior Lecturer at Finance, Banking and Taxation Department of National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»;
- VARNALII Z.S.** – Doctor of Sciences (Economics), Professor at Finance Department of Kyiv National Taras Shevchenko University (with the consent);
- HRYSHKO V.V.** – Doctor of Sciences (Economics), Professor, Head at Management and Logistics Department of National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»;
- DUBISHCHEV V.P.** – Doctor of Sciences (Economics), Professor, Professor at Economic Theory and Economic Cybernetics Department of National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»;
- KOZACHENKO H.V.** – Doctor of Sciences (Economics), Professor, Professor at Department of Economic Security and Financial Investigations of National Academy of Internal Affairs (with the consent);
- KOMELINA O.V.** – Doctor of Sciences (Economics), Professor, Professor of Management and Logistics Department of National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»;
- KORGANASHVILI L.D.** – Doctor of Sciences (Economics), Professor, Head of Quality Assurance and Research Activities Centre of the International Tourism School of Tbilisi State I. Javahishvili University (with the consent);
- ONYSHCHENKO S.V.** – Doctor of Sciences (Economics), Professor, Director of the Educational and Research Institute of Finance, Economy, Management and Law National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»;
- PALASHCHAKOVA DANIELLA** – PhD, Research Worker at Economic Theory Department of Technical University in Kosice (Slovakia) (with the consent);
- PTASHCHENKO L.O.** – Doctor of Sciences (Economics), Professor, Professor of Finance, Banking and Taxation Department of National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»;
- ROLLNIK-SADOVSKA E.** – Dr, Associate Professor, Vice-Dean for Educational Work of Management Faculty of Bialystok Polytechnic University (Poland) (with the consent);
- RIASHCHENKO VIKTORIA** – Doctor of Sciences (Economics), Associate Professor of ISMA University (Latvia) (with the consent);
- HUNJET ANICA** – PhD, Associate Professor, Vice-Rector for Scientific and Art Work and International Cooperation, University «North» (Croatia) (with consent).
- CHYCHKALO-KONDRATSKA I.B.** – Doctor of Sciences (Economics), Professor, Head of International Economic Relations and Tourism Department of National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»;
- JOANNA SZYDŁO** – Ph.D., Assistant Professor at the Bialystok University of Technology. Coordinator for the Erasmus+ Program, Deputy Editor-in-Chief of the Academy of Management (Poland) (with consent);
- DANUTA SZPILKO** – Ph.D., Assistant Professor at the Bialystok University of Technology. Deputy Head of the International Department of Logistics and Service Engineering (Poland) (with consent).

Journal “Economics and Region” is included into
The register of specialized scientific publications
of Ukraine (MES of Ukraine Departmental
Order No. 1279 of 16.11.2014,
No. 157 of 09.02.2021).

Publication – scientific journal.

Conceptual paradigm of the journal is based on the long-term scientific and professional treatment of topical problems of the world and Ukrainian economics.

Main milestones: economics and national economy management; productive forces development and regional economy; economics theory and economic thought history; world economy and international economic relations; economics and business administration; economics of nature management and environmental protection; demography, labor economics; social economics and politics; money, finance and credit; accounting, analysis and audit; mathematic methods, models and information technologies in economics; economic security of the state and economic entities.

Issued since July, 2003.

Four issues published yearly.

State Registration Certificate

KB 24613-14553 ITP, issued 29.10.2020

by the Ministry of Justice of Ukraine.

The journal's founder: National University
«Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic».

The name, conceptual paradigm, content and design of the journal “Economics and Region” is the intellectual property of the journal's Editorial Board and is copyright.

Pass-through copyright.

Printed in the source language. Liability for the data precision rests with the authors.

The Editorial Board does not always share the author's opinion.

ISSN 2218-1199 (Print)

ISSN 2414-0538 (Online)

E-mail: econom@nupp.poltava.ua

Official site: <http://journals.nupp.edu.ua/eir>

Recommended for publication by the Academic Board of National University “Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic”
(No 2 of 09.02.2024)

Computer-assisted makeup by L.A. Svystun

Proof-reader: O.O. Petiakh

Proof-reader: Ya.I. Vyshniakova.

Sent to the printer's on 12.02.2024.

Signed to print on 14.02.2024.

Page size: 60x80 1/8. Published sheets 29,69.

Circulation: 300 copies. Print Order No. 0424/248.

Printed by the Publishing House Helvetica

Inhlezi st. 6/1, Odesa, Ukraine, 65101

Telephones: +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08

E-mail: mailbox@helvetica.ua

Certificate of the subject of publishing

DK № 7623 from 22.06.2022

© National University “Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic”, “Economics and Region”, 2024

Economics and Region № 1 (92) – 2024 – Yuri Kondratyuk National University

ECONOMY AND OPERATION OF NATIONAL ECONOMY

- 8 **Oleh Yaremenko, Larysa Zhukova, Volodymyr Byba.** The impact of economic recession on the management of innovative provision of state functions during crisis situations
- 15 **Jahan Guliyeva.** Factors determining the transition of the agricultural sector to market relations
- 20 **Muslumet Allahverdiyeva, Konul Aghayeva, Sona Tavakkulova.** The importance of advertising in global trade
- 26 **Viktoriia Onyshchenko, Tetiana Zahorelska, Dmytro Klymenko.** Using strategic analysis to assess the construction industry in Ukraine

DEVELOPMENT OF PRODUCTIVE POTENTIAL AND REGIONAL ECONOMY

- 33 **Tetiana Ivanova, Kateryna Petrenko, Natalia Skorobogatova.** The role of hromadas in the socio-economic development of regions (based on the example of Odesa Oblast)
- 43 **Oleksandr Laiko, Kateryna Shatnenko.** The influence of the management aspect of the industrial park functioning on the implementation of regional cohesion policy in Ukraine

ECONOMIC THEORY AND HISTORY OF ECONOMIC THOUGHT

- 51 **Iryna Zhalinska.** Evolution of research streams in the domain of omnichannel in marketing management
- 60 **Yevhen Tkach.** Strategizing economic policy and shaping the economy for people (noo-economics)

WORLD ECONOMY AND INTERNATIONAL ECONOMIC RELATIONS

- 69 **Gasimov Ruslan İskandar.** Analysis of engineering services of the construction sector in the Republic of Azerbaijan

- 73 **Konul Aghayeva, Jabrayil Valiyev, Amrah XXX.** Analysis of trade relations between Turkey and the countries of the Organisation of Turkic States
- 79 **Lyubov Tytarenko, Iryna Levchenko, Kateryna Potkalo.** Priorities of corporate culture in the conditions of international transformations

ECONOMY AND ENTERPRISE MANAGEMENT

- 87 **Iiona Babukh, Nadiia Romaniuk.** Marketing analysis of enterprise product policy: objectives, tasks, prospects
- 94 **Volodymyr Byba, Natalia Pinchuk, Viktoriia Marchenko.** Enterprise strategy management based on the concept of stakeholders
- 103 **Maksym Vykrykach, Svyatoslav Kniaz, Roman Rusyn-Hrynyk.** Factors influencing the formation and development of the transfer potential of trade enterprises
- 109 **Iryna Vivsiuk.** Peculiarities of the structuring of the economic potential of the hotel industry enterprise
- 115 **Mariana Kobelia-Zvir.** Grants of the MATRA program for public and educational organizations in conditions of war
- 120 **Konul Aghayeva, Aydan Pashayeva.** Analysis of the communication process from the quality indicators of business institutions in Azerbaijan
- 126 **Konul Aghayeva, Murad Aliyev.** Classification of factors affecting labor productivity in private companies in Azerbaijan (ACCESS Bank)
- 131 **Makhabbat Ashir Mammadov, Shukur Ilqar Aliyev.** Technological and economic directions of organization and management of public and private cooperation
- 136 **Svitlana Onyshchenko, Oleksandra Maslii, Valeria Pantas.** Business activity in Ukraine: digital transformation and sustainable development
- 147 **Vasyl Pryimak, Olha Holubnyk, Yuliia Kravchuk.** Analysis of customer loyalty of the pharmacy chain

- 155 Yuriy Stetsyk.** Analysis of the footwear market and its impact on footwear assortment and quality management
- 162 Iryna Suvorova, Anastasiia Hrechkovska, Mariia Kordiak.** Current issues of logistics business process management at modern enterprises
- 168 Olena Sushchenko, Oleksii Pohuda.** Analysis of the development factors of the passenger air transport market in the tourism sector
- 174 Andrii Terebukh, Oksana Roik.** Tactical management features of Ukrainian business in the conditions of war
- 183 Serhii Tkachenko, Yuliia Ohrenych, Nataliia Kairachka.** Digitization of business processes as a tool to prevent bankruptcy at enterprises in conditions of variability of the market environment
- 195 Olesia Totska, Maksym Prosvirnikov.** Organisational structure and external relations of an international road freight carrier
- 202 Izmir Valimat Fatahov.** Methods of assessing the management of competitiveness in the construction industry

**DEMOGRAPHY, LABOR
ECONOMY, SOCIAL ECONOMY
AND POLITICS**

- 206 Volodymyr Yefanov.** Specifics of the organization of labor relations in the conditions of war in Ukraine

**MONEY, FINANCES
AND CREDIT**

- 212 Olga Vovchak, Yaroshenko Oleksandr.** Implementation of the post-war economic recovery experiences of Germany, Japan, and South Korea in the realities of Ukraine
- 219 Olena Filonych.** Comparative analysis of Ukraine's and Poland revenues of local budgets formation under conditions of decentralization

**ACCOUNTING, ANALYSIS
AND AUDIT**

- 227 Alla Dmytrenko, Anastasiia Loza.** Ways to improve accounting, auditing and taxation of business entities in the context of implementing European management practices and introducing artificial intelligence into accounting
- 232 Olena Kravchenko, Yelyzaveta Ahafonova.** Accounting for wage payments during martial law in Ukraine
- 237 Nataliia Pozniakovska.** Accounting policy and regulation of the civil society organizations activities

**MATHEMATICAL METHODS,
MODELS AND INFORMATION
TECHNOLOGIES IN ECONOMY**

- 244 Olena Martynova.** Application of the theory of fuzzy sets in assessing the economic efficiency and risk of investment projects under conditions of uncertainty

**ECONOMIC SECURITY OF THE
STATE AND ECONOMIC ENTITIES**

- 251 Nataliia Zachosova.** Aspects of staffing and human resources potential in the security-oriented management of business processes during the restoration of national economic security
- 260 Nazariy Lapychak.** State regulation of product quality in the context of ensuring safety on the domestic market

**PUBLIC MANAGEMENT AND
ADMINISTRATION**

- 265 Nikolay Arabadzhyski.** Public administration in the field of public procurement in the Republic of Bulgaria
- 274 Mykola Lakhizha.** State regulation of modernization of higher education and science in the conditions of European integration

MATHEMATICAL METHODS, MODELS AND INFORMATION TECHNOLOGIES IN ECONOMY

UDC 330.322
JEL C02, D81, O16

DOI: 10.26906/EiR.2024.1(92).3336

APPLICATION OF THE THEORY OF FUZZY SETS IN ASSESSING THE ECONOMIC EFFICIENCY AND RISK OF INVESTMENT PROJECTS UNDER CONDITIONS OF UNCERTAINTY

Olena Martynova*, Candidate of Economic Sciences, Docent,
Associate Professor at the Department
of Higher Mathematics and Economic and Mathematical Methods
Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics

*ORCID 0000-0002-3381-6060

© Martynova O., 2024

Стаття отримана редакцією 18.01.2024 р.
The article was received by editorial board on 18.01.2024

Introduction. Extensive practice of real forecasting of an investment project shows the need for comprehensive consideration of various types of uncertainty in the assessment, planning and management of investment projects. The reality is that the influence of uncertainty factors on an investment project leads to the emergence of unforeseen situations that cause unexpected losses, damages, even in projects that were initially recognised as economically feasible for the enterprise, because negative scenarios of the development of events, even if unlikely, are not taken into account in the investment project. However, they may occur and disrupt the implementation of the investment project.

Analysis of recent research and publications. Making investment decisions, like any other type of management activity, is based on the use of various formalised and informal methods and criteria. In domestic and foreign practice, there are a number of methods that can be used to make calculations as a basis for decision-making in the area of investment projects. However, there is no universal method for all cases. The problems of applying the theory of fuzzy sets to the evaluation of the efficiency of investment processes are devoted to the work of such scientists as V.G. Chernov, O.V. Dorokhov, O.A. Dmitrieva, O.S. Zaitseva, M.O. Lysova, S.O. Kalmykov, Yu.I. Shokin, O.O. Nedosekin, O.V. Shchyrova and others. Among the foreign authors are R. Braley, J. Bailey, S. Hughes, U. Sharpa and others.

Objectives of the article. The consideration of information uncertainty and its effectiveness depend directly on the choice of mathematical apparatus determined by mathematical theory. The stage of justification and selection of a mathematical apparatus that provides an acceptable formalisation of uncertainty and an adequate solution to problems arising in the management of real investments is extremely important. Unreasonable and, as a consequence, incorrect choice of mathematical apparatus leads, first of all, to inadequacy of the created mathematical models, to obtaining incorrect results in the process of their application and, accordingly, to mistrust in the obtained results and to ignoring the conclusions based on them.

The main material of the study. The analysis of methods for quantitative assessment of the effectiveness of an investment project under conditions of uncertainty allows to conclude that existing methods either eliminate uncertainty from the investment project model, which is inadmissible since uncertainty is an integral characteristic of any forecast, or are unable to formally describe and take into account all possible diversity of types of uncertainty. The vast majority of methods formalise uncertainty only as probability distributions constructed

on the basis of subjective expert judgements, which in a very large number of cases are clearly idealised. As a result, these methods identify uncertainty, regardless of its nature, with randomness and therefore do not allow for the full range of possible types of uncertainty affecting the investment project to be taken into account. The use of a probabilistic approach in investment analysis is hampered by reasons related to the lack of statistical information or the small (insufficient) sample size for some of the parameters of the investment project, which is due to the uniqueness of each investment project. In addition, the accuracy of the assessment of probabilities (objective and subjective) depends on a number of factors, ranging from the quality of statistical information to the quality of expert assessments, so the quality of the resulting assessment of the effectiveness and risk of an investment project depends too much on them, which has contributed to the growth of mistrust in the results obtained on the basis of forecast estimates and decisions. In this regard, top managers, bankers and financiers are of the opinion that the vast majority of forecasts are too idealised and far from practice. Many prefer to work based on experience and intuition. This is due, among other things, to the following main reasons:

- The specificity of the subject area of the study, as it lies at the intersection of modern applied mathematics, economics and psychology;
- the relative novelty and insufficient development of mathematical methods for analysing an investment project under conditions of uncertainty;
- low awareness of top managers of enterprises and financial specialists about new mathematical approaches to formalising and simultaneously processing heterogeneous information (deterministic, interval, linguistic, statistical) and about the possibilities of building specialised methods based on these approaches.

The extensive experience of domestic and foreign researchers convincingly shows that the probabilistic approach cannot be recognised as a reliable and adequate tool for solving semi-structured problems, which include problems of real investment management. In principle, any attempt to use statistical methods to solve such problems is nothing more than a reduction to well-structured (well-formalised) problems, and this kind of reduction significantly distorts the original formulation of the problem. The limitations and disadvantages of using "classical" formal methods in solving semi-structured problems are a consequence of the "principle of incompatibility" formulated by the founder of fuzzy set theory L.A. Zadeh [5]: "...the closer we come to solving real-world problems, the more obvious it is that as the complexity of the system increases, our ability to make accurate and confident conclusions about its behaviour decreases to a certain threshold, beyond which accuracy and confidence become almost mutually exclusive concepts."

Therefore, some domestic and foreign researchers are developing methods for assessing the effectiveness and risk of investment projects based on the TFZ apparatus. These methods use a probability distribution described by the membership function of a fuzzy number instead of a probability distribution.

Methods based on the theory of fuzzy sets refer to methods of evaluation and decision-making under conditions of uncertainty. Their application involves formalising the initial parameters and target performance indicators of an investment project (mainly NPV) in the form of a vector of interval values (fuzzy interval), falling into each interval of which is characterised by a certain degree of uncertainty. By performing arithmetic and other operations with such fuzzy intervals according to the rules of fuzzy mathematics, experts and the decision maker obtain the resulting fuzzy interval for the target indicator. Based on initial information, experience and intuition, experts can often quantitatively characterise the boundaries (intervals) of possible (acceptable) parameter values and the ranges of their most possible (preferred) values with a high degree of confidence.

Among the methods based on the theory of fuzzy sets, it is possible to include, as a special case, the old and widely known interval method. This method corresponds to situations where only the limits of the values of the analysed parameter within which it can vary are known quite precisely, but there is no quantitative or qualitative information about the possibilities or probabilities of realising its various values within a given interval. According to this method, the input variables of the investment project are specified in the form of intervals, the membership functions of which are classical characteristic functions of the set, so that it is then possible to directly apply the rules of fuzzy mathematics to obtain the resulting indicator of the effectiveness of the investment project in the form of an interval. In the interval method, the level (degree) of risk is proposed to be the amount of maximum loss per unit of uncertainty:

$$P = \frac{q_N - q_{\min}}{q_{\max} - q_{\min}} \quad \text{or} \quad P = \frac{q_{\max} - q_N}{q_{\max} - q_{\min}},$$

where q_N is the required value of the parameter;

q_{\min} – minimum value of the parameter;

q_{\max} – maximum value of the parameter;

P – level (degree) of risk, or the ratio of the distance from the required value to its minimum (maximum) value to the interval between its maximum and minimum values.

The specific way in which the degree of risk is expressed depends on the performance measure used. For example, to assess the risk of an investment project using the NPV criterion, the first expression should be used, and the second expression should be used using the DPP criterion. This method of determining risk is fully consistent with the geometric definition of probability, but on the assumption that all events within a segment $[q_{\min}; q_{\max}]$ are equally likely. Obviously, such an assumption cannot be called reflective of reality.

If there is additional information about the values of a parameter within an interval, for example, if it is known that the value "a" is more possible than "b", the mathematical formalisation of uncertainties can be adequately implemented using a fuzzy interval approach. When using the mathematical apparatus of fuzzy set theory, experts need to formalise their ideas about the possible values of the estimated parameter of an investment project by specifying the characteristic function (membership function) of the set of values it can take. In this case, the experts are asked to indicate the set of values that they think the estimated value cannot take (for them, the characteristic function is equal to 0) and then to rank the set of possible values according to the degree of possibility (belonging to a given fuzzy set). After formalising the input parameters of the investment project, it is possible to calculate the probability distribution of the output parameter (investment project performance indicator) y by " α -level principle of generalisation" or "Zadeh's principle of generalisation":

$$\mu_{\tilde{y}}(y^*) = \sup_{\substack{f(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*) = y^* \\ x_i^* \in \text{supp}(\tilde{X}_i), i=1, n}} \left\{ \min \left\{ \mu_{\tilde{X}_1}(x_1^*), \mu_{\tilde{X}_2}(x_2^*), \dots, \mu_{\tilde{X}_n}(x_n^*) \right\} \right\}$$

where $\mu_{\tilde{X}_i}(x_i^*)$ is the possibility that a fuzzy quantity \tilde{X}_i will take the value x_i^* ; $f(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*) = y^*$ – functional dependence of the output parameter of the investment project (NPV, PI, DPP, IRR, MIRR, etc.) on the input parameters.

Below are the main advantages of the fuzzy-interval approach to assessing the effectiveness and risk of investment projects compared to the above methods:

1. This approach allows for the formalisation and use of all available heterogeneous information (deterministic, interval, statistical, linguistic) in a single form, which increases the reliability and quality of strategic decisions.

2. Unlike the interval method, the fuzzy-interval method is similar to the Monte Carlo method, it generates a full range of possible scenarios for the development of the IP, not just lower and upper bounds, so that the investment decision is made not on the basis of two estimates of the investment project's efficiency, but for the entire set of estimates.

3. The fuzzy interval method allows to obtain the expected efficiency of an investment project both in the form of a point value and in the form of a set of interval values with its own distribution of possibilities, characterised by the membership function of the corresponding fuzzy number, which makes it possible to evaluate the integral measure of the possibility of obtaining negative results from the investment project, the degree of risk of the investment project.

4. The fuzzy interval method does not require an absolutely precise specification of membership functions, since, unlike probabilistic methods, the result obtained on the basis of the fuzzy interval method is characterised by low sensitivity (high stability) to changes in the type of membership functions of the original fuzzy numbers, which makes the use of this method more attractive in real conditions of poor quality of initial information.

5. Calculating estimates of investment project indicators based on the method of fuzzy intervals is effective in situations where the initial information is based on small statistical samples, i.e., in cases where it is impossible to obtain probabilistic estimates, which is always the case in the preliminary assessment of long-term investments and quite often in the subsequent prospective analysis, which is carried out in the absence of a sufficient information base.

6. The implementation of the fuzzy interval method on the basis of interval arithmetic provides ample opportunities for applying this method in investment analysis, due to the actual absence of competitive approaches to creating a reliable (in the sense of guarantee) and transportable (in the sense of inclusion) tool for solving numerical problems.

7. It is characterised by the ease of identification of expert knowledge.

The fuzzy interval approach also has advantages in solving the problem of creating an optimal portfolio of investment projects. In order to solve the problem of creating an optimal portfolio of investment projects, a large number of models for creating an optimal portfolio of investment projects have been developed, which differ from each other in the type of objective functions, characteristics of variables, mathematical methods used and the consideration of uncertainty. As a rule, to solve this problem, the apparatus of linear mathematical programming is used under conditions of certainty of the initial information: the problem is usually formulated as a problem of maximisation (or minimisation) of a given function on a given set of feasible alternatives described by a system of equalities or inequalities. For example,

$f(x) \rightarrow \max$, with restrictions $\phi_i(x) \leq 0, i = 1, \dots, m, x \in X$, where X – a given set of alternatives, $f: X \rightarrow R^1$ and $\phi: X \rightarrow R^1$ – specified functions.

As parameters of the target function $f(x)$ for the task of forming an optimal portfolio of an investment project, various integral indicators of the effectiveness of the investment project are used, however, despite certain advantages and disadvantages of each indicator, many researchers are inclined to believe that the most preferable is the use of NPV as parameters of the objective function, primarily because NPV has the property of additivity, which makes it possible to evaluate the profitability of the entire portfolio of an investment project as the sum of the returns of individual investment projects that form this portfolio. There are various options for formulating the task of forming an optimal investment project portfolio. Most often, the economic meaning of the objective function $f(x)$ is to maximise the economic effect from investment activities, and the meaning of restrictions $\phi_i(x) \leq 0$, imposed on the set of feasible solutions to the problem, reflects the limited funds, taking into account the possibility of different budget constraints for each of the time periods of the project.

Since strategic decisions, including those related to the formation of an optimal portfolio of investment projects, are aimed at the long-term perspective and, therefore, by their nature are associated with significant uncertainty and have a significant subjective component, the use of fuzzy mathematical programming to solve the problem of forming an optimal portfolio of investment projects has many advantages.

As an example, one can consider a situation in which the set of acceptable alternatives (investment projects) is a set of all possible ways of allocating resources that a decision maker is going to invest in order to form an optimal investment portfolio. Obviously, in this case, it is inappropriate to introduce in advance a clear boundary for the set of acceptable alternatives (e.g., clear restrictions on the size of the company's investment budget in a given period), since it may happen that resource allocations (investment projects) slightly outside this boundary (without restrictions) will have an effect that "outweighs" the lower desirability (e.g., in terms of investment costs) of these allocations for the decision maker. Thus, a fuzzy description turns out to be, in a sense, more realistic than an arbitrarily accepted clear description of the problem.

The forms of fuzzy description of initial information in decision-making problems can be different, hence the differences in the mathematical formulations of the corresponding fuzzy mathematical programming problems.

Consider, for example, a certain set $X = \{x\}$. Then the fuzzy subset A of X is called the set of ordered pairs:

$$A = \{x, \mu_A(x)\}; x \in X; \mu_A: X \rightarrow [0, 1].$$

Here the value $\mu_A(x)$ called membership function x to A and runs through the entire continuous set of values from 0 to 1. If $\mu_A(x)$ would take only two values 0 and 1, then the set A would be a normal subset X with indicator $\mu_A(x)$. Suppose that $X = \{x\}$ denotes a set of alternatives in making some decision. Then fuzzy go G from X it is possible to compare a fuzzy subset G of sets X . For example, if X is the set of real numbers, then the fuzzy goal expressed as: "x must be significantly greater than 7" can be represented by a fuzzy set with a membership function chosen (very subjectively) in the following form:

$$\mu_G(x) = \begin{cases} 0, & \text{if } x < 7 \\ (1 + (x - 7)^{-1})^{-1} & \text{if } x \geq 7 \end{cases}$$

Similarly, one can define a fuzzy constraint C on X as a fuzzy subset of X using the concepts of fuzzy goals and fuzzy constraints, it is possible to formulate the decision-making problem in a fuzzy formulation as a problem of finding the intersection of goals and constraints. In particular, for a given set of alternatives X , fuzzy solution D is defined as a fuzzy subset X for which $D = G \cap C$. Corresponding membership function for a fuzzy set D is expressed as follows: $\mu_D(x) = \text{Min}\{\mu_G(x), \mu_C(x)\}$.

In the general case of availability m goals G_1, \dots, G_m and n restrictions C_1, \dots, C_n , the solution is a fuzzy set defined by the relation: $D = G_1 \cap G_2 \dots \cap G_m \cap C_1 \dots \cap C_n$.

Its membership function: $\mu_D(x) = \text{Min}\{\mu_{G_1}(x), \dots, \mu_{G_m}(x), \mu_{C_1}(x), \dots, \mu_{C_n}(x)\}$.

Finally, if a fuzzy solution D represented by its membership function $\mu_D(x)$, then the desired (clear) solution to the original problem D^G is a subset of D , which is defined as: $\mu_{D^G}(x) = \text{Max}\{\mu_D(x)\}$.

The value of x , that maximises $\mu_D(x)$ corresponds to the optimal solution. To illustrate, consider a simple example with two fuzzy goals G_1 and G_2 , with one fuzzy constraint C_1 , and with membership functions from Table 1.

Table 1

x	1	2	3	4	5
$\mu_{G_1}(x)$	0.1	0.0	0.4	0.3	1.0
$\mu_{G_2}(x)$	0.5	0.8	1.0	0.2	0.7
$\mu_{C_1}(x)$	0.2	0.3	0.5	1.0	0.1
$\mu_D(x)$	0.1	0.0	0.4	0.2	0.1

In this case, the optimal solution is $x = 3$, which maximises the membership function of a given fuzzy set.

Consider the problem of finding an optimal investment portfolio of n assets, the share of each asset x_k in the required portfolio is initially bounded from above and below. Assume also that there are m different scenarios in the financial market:

$$R_i(x) = \sum_{k=1}^n r_{ik} x_k \rightarrow \max ; i = 1, 2, \dots, m ; \sum_{k=1}^n x_k = 1 ; X_k^{\min} \leq x_k \leq X_k^{\max} ; k = 1, 2, \dots, n ;$$

Here r_{ik} denotes profitability k -th asset for i -th market scenario at the end of the investment period, and $R_i(x)$ – portfolio return for i -th scenario. The problem is a multi-criteria optimisation problem, which in general has a set of Pareto optimal solutions. Consider this problem in a fuzzy formulation. It is natural to interpret the uncertainty of a particular market scenario as the uncertainty of the portfolio's return in the event of its implementation. Suppose that R_i^{\min} and R_i^{\max} respectively, the minimum and maximum portfolio returns for i -th market scenario. Assuming that the investor's fuzzy goal is to "earn income $R_i(x)$ significantly greater than the value R_i^{\min} ", the expression for the corresponding membership function (provided it is linear) is obtained:

$$\mu_i(R_i(x)) = \begin{cases} 0; & \text{if } R_i(x) \leq R_i^{\min}; \\ \frac{R_i(x) - R_i^{\min}}{R_i^{\max} - R_i^{\min}}; & \text{if } R_i^{\min} \leq R_i(x) \leq R_i^{\max}; \\ 1; & \text{if } R_i(x) > R_i^{\max}; \end{cases}$$

Then the problem will be reformulated as follows:

$$\begin{aligned} & \text{Min}_{i=1,2,\dots,m} \mu_i(R_i(x)) \rightarrow \max ; \\ & \sum_{k=1}^n x_k = 1 ; X_k^{\min} \leq x_k \leq X_k^{\max} ; k = 1, 2, \dots, n . \end{aligned}$$

By introducing an auxiliary variable δ this problem reduces to the canonical linear programming problem:

$$\delta \rightarrow \max ; \mu_i(R_i(x)) \geq \delta ; i = 1, 2, \dots, m ; \sum_{k=1}^n x_k = 1 ; X_k^{\min} \leq x_k \leq X_k^{\max} ; k = 1, 2, \dots, n .$$

Conclusions. Thus, a comparative analysis of traditional methods of assessing the effectiveness of long-term investments, existing methods of forming an optimal portfolio of an investment project and the fuzzy interval method showed that the theory of fuzzy sets is one of the most effective mathematical theories aimed at formalising and processing uncertain information, largely integrating known approaches and methods. The theory of fuzzy sets once again confirms a truth widely known to researchers: the formal apparatus used, in its potential capabilities and accuracy, must be adequate to the semantics and correspond to the accuracy of the source data used. Therefore, methods of mathematical analysis are effectively used with accurate initial data. Mathematical statistics and probability theory use experimental data with strictly defined accuracy and reliability. The theory of fuzzy sets makes it possible to process the heterogeneous information characteristic of real investment analysis problems.

Making economically sound decisions always involves inaccurate cash flow modelling. In such cases, management relies on the knowledge of experts in the field of cash flow modelling. Cash flow forecasting based on triangular fuzzy sets makes it possible to recognise the rational use of expert opinion. It should also be remembered that the method discussed here is only one of several methods for dealing with uncertainty in investment analysis. Only by combining the results of several methods can a truly informed decision be made about the future of the project.

REFERENCES:

1. Buckley J. J. (1987) The Fuzzy Mathematics of Finance. *Fuzzy Sets and Systems*, no. 21, pp. 257–273.
2. Kahraman C., Ruan D., Tolga E. (2002) Capital Budgeting Techniques Using Discounted Fuzzy versus Probabilistic Cash Flows. *Information Sciences*, no. 142, pp. 57–76.
3. Li Calzi M. (1990) Towards a General Setting for the Fuzzy Mathematics of Finance. *Fuzzy Sets and Systems*, no. 35, pp. 265–280.
4. Recommendation of BIPM Working Group. Assignment of experimental uncertainties (1980) INC. Paris.
5. Zadeh L. A. (1965) Fuzzy Sets. *Information and Control*, vol. 8, no. 3, pp. 338–353.

UDC 330.322

JEL C02, D81, O16

Olena Martynova, Ph.D. in Economics, Candidate of Economic Sciences, Docent, Associate Professor at the Department of Higher Mathematics and Economic and Mathematical Methods, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics. **Application of the theory of fuzzy sets in assessing the economic efficiency and risk of investment projects under conditions of uncertainty.**

This article describes an increasingly popular non-traditional approach to assessing the effectiveness of investment projects under conditions of uncertainty – the fuzzy set method. It is widely agreed that the key factor in analysing the effectiveness of investment projects is the analyst's ability to predict future values of key financial indicators. The fate of the project, and ultimately the well-being of both the investor and the analyst, depends on how accurately the analyst determines future cash flows, interest rates, company capabilities and flexibility. The paper is devoted to the topical issue of evaluating complex investment projects under conditions of risk and uncertainty. The main methods of risk accounting are considered and their main disadvantages are described in detail. As an alternative method, the author proposes to use the theory of fuzzy sets, which has recently become increasingly popular among specialists in various fields. The publication shows that the theory of fuzzy sets is one of the most effective mathematical theories aimed at processing uncertain information and largely integrates known approaches and methods. The author proposes a mathematical model for calculating the risks of investment projects based on fuzziness theory.

Key words: fuzzy set theory, economic efficiency assessment, risk, investment project, uncertainty.

УДК 330.322

JEL C02, D81, O16

Мартінова Олена Вадимівна, кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри вищої математики та економіко-математичних методів, Харківський національний університет імені Семена Кузнеця. **Застосування теорії нечітких множин в оцінці економічної ефективності та ризику інвестиційних проєктів в умовах невизначеності.**

Приймаючи традиційний підхід до оцінки проєктів, можна стверджувати, що основним ворогом інвестиційного аналітика є невизначеність, властива його очікуванням щодо майбутніх значень більшості показників. У цій статті описаний набуває популярності нетрадиційний підхід до оцінки ефективності інвестиційних проєктів в умовах невизначеності – метод нечітких множин. Багато хто погодиться, що ключове значення в аналізі ефективності інвестиційних проєктів – уміння аналітика передбачати майбутні значення основних фінансових показників. Від того, наскільки точно він визначить майбутні грошові потоки, відсоткові ставки, можливості компанії та її гнучкість, залежить доля проєкту, а, зрештою, – добробут як інвестора, так і самого аналітика. Стаття присвячена актуальній проблемі оцінки складних інвестиційних проєктів в умовах ризику та невизначеності. Розглядаються основні методи обліку ризиків та докладно описуються їхні основні недоліки. Як альтернативний метод автором пропонується використання теорії нечітких множин, яка останнім часом стає все більш популярною серед фахівців різного профілю. У статті показано, що теорія нечітких множин є однією з найбільш ефективних математичних теорій, спрямованих на обробку невизначеної інформації та багато в чому інтегрує відомі підходи та методи. Також було запропоновано математичну модель до розрахунку величини ризиків інвестиційних проєктів з урахуванням теорії нечіткості. Застосу-

вання теорії нечітких множин відкриває нові методи та можливості для вирішення завдань оцінювання проектів та формування оптимального портфеля проектів. По-перше, нечіткі множини дозволяють враховувати якісні характеристики проектів, перетворюючи їх у чисельний вигляд. По-друге, стосовно кількісних характеристик проекту, таких як NPV, теорія надає засоби для роботи з невизначеністю навіть у тих випадках, коли наявної інформації недостатньо, щоб робити статистичні висновки з необхідним рівнем достовірності. З іншого боку, розвинений багатий апарат переходу від нечітких оцінок до звичайним числам, що забезпечує можливість формування портфеля проектів з урахуванням їх нечітких оцінок шляхом ранжирування проектів чи рішення відповідної завдання математичного програмування. Гнучкість і потужність методів теорії нечітких множин дозволяють розглядати їх як перспективний та ефективний засіб для вирішення різних завдань управління проектами.

Ключові слова: теорія нечітких множин, оцінка економічної ефективності, ризик, інвестиційний проект, невизначеність.