



SCIENTIFIC AND
PRACTICAL JOURNAL

ECONOMICS AND TECHNICAL ENGINEERING

Vol. 1 No. 2 (2023)

ete.org.ua





Vol. 1 No. 2 (2023)

Available since: 2023

Published: 2 times a year

Founders: State University of Economics and Technology

ISSN: 3041-1246

UDC: 33+62]:001.891/.895](051.034)=161.2=111

E-mail: ete@duet.edu.ua Journal homepage: <https://ete.org.ua>

EDITORIAL TEAM

Editor-in-Chief:

Serhii HUSHKO, Prof. DSc, State University of Economics and Technology (Ukraine)

Deputy Editor-in-Chief and Executive secretary:

Victoria SOLOVIEVA, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology (Ukraine)

Technical editors:

Kira VYSHNEVSKA, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology (Ukraine)

Olena HONCHARENKO, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology (Ukraine)

Eduard MOKRIAK, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology (Ukraine)

Editorial board:

Iluta ARBIDANE, Prof. Dr.oec., Rezekne Academy of Technologies (Latvia)

José Manuel Macedo BOTELHO, PhD, Universidade de Évora (Portugal)

Leonid DOLINSKYI, Prof. DSc, National University of Kyiv Mohyla Academy (Ukraine)

Liliana HORAL, Prof. DSc, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (Ukraine)

Daria KASSIM, Prof. DSc, State University of Economics and Technology (Ukraine)

Volodymyr KULISHOV, Prof. DSc, State University of Economics and Technology (Ukraine)

Hanna KUCHEROVA, Prof. DSc, State University of Economics and Technology (Ukraine)

Iryna MAKSIMOVA, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology (Ukraine)

Dmytro POPOLOV, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology (Ukraine)

Oleg PURSKY, Prof. DSc, Kyiv State University of Trade and Economics (Ukraine)

Michael RADIN, Assoc. Prof. PhD, Rochester Institute Of Technology (USA)

Rasa SUBAČIENĖ, Prof. PhD, Vilnius University (Lithuanian)

Oleksandr TEMCHENKO, Prof. DSc, State University of Economics and Technology (Ukraine)

Oleksandr UCHYTEL, Prof. DSc, State University of Economics and Technology (Ukraine)

Olena VASYLYEVA, Prof. DSc, Zaporizhzhya Polytechnic National University (Ukraine)

Iryna VASYLCHUK, Prof. DSc, State University of Economics and Technology (Ukraine)

Volodymyr ZASELSKYI, Prof. DSc, State University of Economics and Technology (Ukraine)

Recommended for publication by Academic Council University of Economics and Technology (Protocol N 6 dated November 30, 2023)

Mailing address: Vyzvolenya Square, 2, Kryvyi Rih, Ukraine, 50005

Materials are published in the original language (Ukrainian or English).

Editorial office not always agrees with the authors.

Reprint of the publications is possible to carry out only for the agreement of editorial office



© Scientific and practical journal "Economics and technical engineering", 2023
The articles in journal are published under Creative Commons Attribution International BY.



ECONOMIC
AND TECHNICAL
ENGINEERING

Науково-практичний журнал
"Economics and technical engineering"

Том 1 № 2 (2023)

Видається з 2023 року

Періодичність: 2 рази на рік

Засновник: Державний університет економіки і технологій

ISSN: 3041-1246

УДК: 33+62]:001.891/.895](051.034)=161.2=111

E-mail: ete@duet.edu.ua Сторінка журналу: <https://ete.org.ua>

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор:

Сергій ГУШКО, професор, д.е.н., Державний університет економіки і технологій (Україна)

Заступник головного редактора і відповідальний секретар:

Вікторія СОЛОВЙОВА, доцент, к.е.н., Державний університет економіки і технологій (Україна)

Технічні редактори:

Кіра ВИШНЕВСЬКА, доцент, к.п.н., Державний університет економіки і технологій (Україна)

Олена ГОНЧАРЕНКО, доцент, к.ф.н., Державний університет економіки і технологій (Україна)

Едуард МОКРЯК, доцент, к.е.н., Державний університет економіки і технологій (Україна)

Редакційна колегія:

Луга АРБІДАНЕ, доктор філософії, Резекненська технологічна академія (Латвія)

Жозе Мануель Маседо БОТЕЛЬЮ, доктор філософії, Університет Евори (Португалія)

Олена ВАСИЛЬЄВА, професор, д.е.н., Національний університет «Запорізька політехніка» (Україна)

Ірина ВАСИЛЬЧУК, професор, д.е.н., Державний університет економіки і технологій (Україна)

Ліліана ГОРАЛЬ, професор, д.е.н., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу (Україна)

Леонід ДОЛИНСЬКИЙ, професор, д.е.н., Національний університет «Києво-Могилянська Академія» (Україна)

Володимир ЗАСЕЛЬСЬКИЙ, професор, д.т.н., Державний університет економіки і технологій (Україна)

Дар'я КАССИМ, професор, д.т.н., Державний університет економіки і технологій (Україна)

Володимир КУЛШОВ, професор, д.п.н., Державний університет економіки і технологій (Україна)

Ганна КУЧЕРОВА, професор, д.е.н., Державний університет економіки і технологій (Україна)

Ірина МАКСИМОВА, доцент, к.е.н., Державний університет економіки і технологій (Україна)

Дмитро ПОПОЛОВ, доцент, к.т.н., Державний університет економіки і технологій (Україна)

Олег ПУРСЬКИЙ, професор, д.ф.-м.н., Державний торговельно-економічний університет (Україна)

Михайло РАДІН, доктор філософії, Рочестерський технологічний інститут (США)

Раса СУБАЧІСНЕ, професор, доктор філософії, Вільнюський університет (Литва)

Олександр ТЕМЧЕНКО, професор, д.т.н., Державний університет економіки і технологій (Україна)

Олександр УЧИТЕЛЬ, професор, д.т.н., Державний університет економіки і технологій (Україна)

Рекомендовано до друку Вченою радою Державного університету економіки і технологій (Протокол N 6 від 30.11.2023)

Поштова адреса: площа Визволення, 2, м. Кривий Ріг, Україна, 50005

Матеріали публікуються мовою оригіналу (українською або англійською).

Редакція не завжди погоджується з авторами.

Передрук публікацій можливий лише за згодою редакції



© Науково-практичний журнал "Economics and technical engineering", 2023
Статті в журналі публікуються під Creative Commons Attribution International BY.

CONTENTS

Economics

- 10 - 20** **Methodology for Researching Digital Diplomacy in the New Era of Sustainable Development and Climate Change**
Irina Maksymova, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
Kira Vyshnevskya, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
Rodion Lavrenko, Senior lecturer, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
Maryna Baida, Senior lecturer, Kryvyi Rih National University, Kryvyi Rih, Ukraine
Volodymyr Kulishov, Prof. DSc, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
- 21 - 32** **Tools for ensuring the competitiveness of business entities in the context of development to EU conditions**
Svitlana Vasylychak, Prof. DSc, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
Uliana Petrynyak, Assoc. Prof. PhD, Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine
Marija Dubyna, Assoc. Prof. PhD, Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine
Serhiy Soloviy, PhD, Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine
- 33 - 47** **Business performance management of domestic insurance companies in military conflict**
Nataliia Suprun., PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
Tetiana Petrishyna, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
Olha Smyrna, PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
Maryna Sadovenko, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
Nataliia Yatsenko, Master's student, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
- 48 - 65** **Models of equity accounting in the conditions of reorganization of economic companies in the form of separation**
Olena Rudenko, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
Elizaveta Shubenko, PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
- 66 - 76** **Increasing the efficiency of activities as a key to the sustainable functioning of a business organization in the conditions of war**
Violeta Khokhlova, Education seeker, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
Oleksandr Temchenko, Prof. DSc, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

- 77 - 86 Professional Unions: Public Position and Accounting Activities**
Olha Kondratiuk, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
Ruslan Dutchak, PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

Technical engineering

- 87 - 97 Experience in developing an auto parts online store website using the yii framework and integration with the company's corporate information system**
Serhii Baran, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
- 98 - 114 Development of an Android application for device control on Arduino**
Dmytro Medvediev, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
Valentyna Khotskina, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
Mykola Khodukin, Assistant of the Department of Informatics and Applied Software, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
Anhelina Dashko, Student, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
Mykyta Kravchuk, Student, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
- 115 - 127 Justification of methodical approaches to determining the theoretical fuel combustion temperature in a blast furnace when changing the parameters of the melting mode**
Daria Kassim, Prof. DSc, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
Yevhen Chuprynov, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology Kryvyi Rih, Ukraine
Kateryna Shmeltser, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology Kryvyi Rih, Ukraine
Iryna Liakhova, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology Kryvyi Rih, Ukraine
Maryna Korenko, Senior lecturer, State University of Economics and Technology Kryvyi Rih, Ukraine
- 128 - 142 Influence chemical composition of the coal mineral substance on the thermochemical properties blast furnace coke**
Kateryna Shmeltser, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
Maryna Kormer, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
Iryna Liakhova, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
- 143 - 152 Application of ultrasound detection for dangerous starks and deliveries in the roof and walls of underground mining works**
Vitalii Shupov, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
Mykola Zhukov, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

Andrii Pyrozhenko, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

Vitalii Tsvitnov, Assistant, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

Ruslan Shaida, Assistant, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

153 - 163

Research of stacker stability under varying conditions of its work

Volodymyr Zaselskyi, Prof. DSc, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

Serhii Shved, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

Dmytro Popolov, Assoc. Prof, PhD State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

Hennadii Zaitsev, PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

Katerina Zelova, laboratory assistant, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

Економіка

- 10 - 20** **Methodology for Researching Digital Diplomacy in the New Era of Sustainable Development and Climate Change**
Irina Maksymova, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
Kira Vyshnevskya, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
Rodion Lavrenko, Senior lecturer, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
Maryna Baida, Senior lecturer, Kryvyi Rih National University, Kryvyi Rih, Ukraine
Volodymyr Kulishov, Prof. DSc, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
- 21 - 32** **Інструменти забезпечення конкурентоспроможності суб'єктів підприємницької діяльності в контексті розвитку до умов ЄС**
Svitlana Vasylychak, Prof. DSc, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
Uliana Petrynyak, Assoc. Prof. PhD, Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine
Marija Dubyna, Assoc. Prof. PhD, Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine
Serhiy Soloviy, PhD, Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine
- 33 - 47** **Управління ефективністю діяльності вітчизняних страхових компаній в умовах військового стану**
Nataliia Suprun, PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
Tetiana Petrishyna, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
Olha Smyrna, PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
Maryna Sadovenko, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
Nataliia Yatsenko, CFO LLC "BIOFISH-KR", Master's student, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
- 48 - 65** **Моделі обліку власного капіталу в умовах реорганізації господарських товариств у формі виділу**
Olena Rudenko, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
Elizaveta Shubenko, PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
- 66 - 76** **Підвищення ефективності діяльності як запорука стійкого функціонування підприємницької організації в умовах війни**
Violeta Khokhlova, Education seeker, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
Oleksandr Temchenko, Prof. DSc, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

77 - 86 Професійні об'єднання: суспільна позиція та бухгалтерський облік діяльності

Olha Kondratiuk, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

Ruslan Dutchak, PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

Технічна інженерія

87 - 97 Досвід розробки web-сайту інтернет-магазину автозапчастин з використанням PHP фреймворку Yii та його інтеграція із корпоративною інформаційною системою підприємства

Serhii Baran, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

98 - 114 Розробка Android-додатку для керування пристроєм на Arduino

Dmytro Medvediev, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

Valentyna Khotskina, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

Mykola Khodukin, Assistant of the Department of Informatics and Applied Software, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

Anhelina Dashko, Student, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

Mykyta Kravchuk, Student, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

115 - 127 Обґрунтування методичних підходів до визначення теоретичної температури горіння палива в горні доменної печі при зміні параметрів дуттьового режиму плавки

Daria Kassim, Prof. DSc, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

Yevhen Chuprynov, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology Kryvyi Rih, Ukraine

Kateryna Shmeltser, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology Kryvyi Rih, Ukraine

Iryna Liakhova, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology Kryvyi Rih, Ukraine

Maryna Korenko, Senior lecturer, State University of Economics and Technology Kryvyi Rih Ukraine

128 - 142 Вплив хімічного складу мінеральної субстанції вугілля на термохімічні властивості доменного коксу

Kateryna Shmeltser, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

Maryna Kormer, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

Iryna Liakhova, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

143 - 152 Застосування ультразвуку для винаходження небезпечних заколов і відшланень у покрівлі і стінках підземних гірничих виробок

Vitalii Shupov, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

Mykola Zhukov, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

Andrii Pyrozhenko, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

Vitalii Tsvitnov, Assistant, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

Ruslan Shaida, Assistant, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

153 - 163

Дослідження стійкості штабелеукладача при різних умовах його роботи

Volodymyr Zaselskyi, Prof. DSc, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

Serhii Shved, Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

Dmytro Popolov, Assoc. Prof, PhD State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

Hennadii Zaitsev, PhD, State University of Economics and Technolog Kryvyi Rih, Ukraine

Katerina Zelova, laboratory assistant, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine



Vol. 1 No. 2 (2023)

Available since: 2023

Published: 2 times a year

Founders: State University of Economics and Technology

ISSN: 3041-1246

E-mail: ete@duet.edu.ua Journal homepage: <https://ete.org.ua>

JEL: F59, O35, O33

DOI: 10.62911/ete.2023.01.02.01

Methodology for Researching Digital Diplomacy in the New Era of Sustainable Development and Climate Change


Citation:

Maksymova, I., Vyshnevskaya, K., Lavrenko, R., Baida, M., & Kulishov, V. (2023). Methodology for researching digital diplomacy in the new era of sustainable development and climate change. *Scientific and practical journal "Economics and technical engineering"*, 1(2), 10–20. <https://doi.org/10.62911/ete.2023.01.02.01>

Irina Maksymova

Assoc. Prof., PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: maksimova_ii@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0001-9754-0414

Kira Vyshnevskaya

Assoc. Prof., PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: vyshnevskaya_kg@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0002-1882-6033

Rodion Lavrenko

Senior lecturer, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: lavrenko@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0009-0003-4344-8024

Maryna Baida

Senior lecturer, Kryvyi Rih National University, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: baida@knu.edu.ua

 ORCID iD: 0009-0005-5439-8039

Volodymyr Kulishov

Prof, DSc, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: kulishov_vv@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0002-8527-9746

Abstract: The article examines into the contemporary theories and concepts surrounding the current landscape of digital diplomacy on both global and national scales. It explores the role of digital diplomacy in shaping the foreign policies of nations, with a specific focus on Ukraine's efforts in promoting and addressing international issues. The authors define modern theoretical foundations of digital diplomacy, and disclose categorial discourse of digital diplomacy within terms of web-diplomacy, twiplomacy and others. The novelty of this work lies in the interpretation of digital diplomacy as a tool for supporting social and economic recovery, and the characterization of social media as a tool for digital diplomacy in the context of geopolitical challenges and Sustainable Development Goals (SDGs). The authors set logical coherence between digital diplomacy and environmental diplomacy. Effective digital diplomacy relies on top-notch information and analytical efforts, demanding well-coordinated actions fueled by significantly enhanced information support and rigorous analytical processing. This approach is pivotal for advancing global challenges and achieving SDG. The contemporary information and communication infrastructure empowers diplomatic strategies to pivot towards climate objectives. Proposals are made to improve the system of digital diplomacy as a new paradigm of international relations, the level, possibilities and feasibility of implementing the use of digital diplomacy tools in Ukraine are determined. Authors substantiate the idea, that evolution of digital diplomacy encompasses critical areas such as advocating for climate-centric practices, bolstering digital inclusion and accessibility, resolving conflicts, advancing digital government and transparency, delivering diplomacy through digital channels, and driving cross-border humanitarian endeavors alongside sustainable infrastructure development.

Keywords: digital diplomacy, international relations, environmental diplomacy, climate, social media, communications, sustainable development.

Received: 10/09/2023

Accepted: 15/11/2023




JEL: F59, O35, O33

Methodology for Researching Digital Diplomacy in the New Era of Sustainable Development and Climate Change

Irina Maksymova

Assoc. Prof., PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: maksimova_ii@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0001-9754-0414

Kira Vyshnevskya

Assoc. Prof., PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: vyshnevskya_kg@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0002-1882-6033

Rodion Lavrenko

Senior lecturer, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: lavrenko@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0009-0003-4344-8024

Maryna Baida

Senior lecturer, Kryvyi Rih National University, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: baida@knu.edu.ua

 ORCID iD: 0009-0005-5439-8039

Volodymyr Kulishov

Prof, DSc, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: kulishov_vv@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0002-8527-9746

Abstract: The article examines into the contemporary theories and concepts surrounding the current landscape of digital diplomacy on both global and national scales. It explores the role of digital diplomacy in shaping the foreign policies of nations, with a specific focus on Ukraine's efforts in promoting and addressing international issues. The authors defines modern theoretical foundations of digital diplomacy, and disposes categorial discourse of digital diplomacy within terms of web-diplomacy, twiplomacy and others. The novelty of this work lies in the interpretation of digital diplomacy as a tool for supporting social and economic recovery, and the characterization of social media as a tool for digital diplomacy in the context of geopolitical challenges and Sustainable Development Goals (SDGs). The authors set logical coherence between digital diplomacy and environmental diplomacy. Effective digital diplomacy relies on top-notch information and analytical efforts, demanding well-coordinated actions fueled by significantly enhanced information support and rigorous analytical processing. This approach is pivotal for advancing global challenges and achieving SDG. The contemporary information and communication infrastructure empowers diplomatic strategies to pivot towards climate objectives. Proposals are made to improve the system of digital diplomacy as a new paradigm of international relations, the level, possibilities and feasibility of implementing the use of digital diplomacy tools in Ukraine are determined. Authors substantiate the idea, that evolution of digital diplomacy encompasses critical areas such as advocating for climate-centric practices, bolstering digital inclusion and accessibility, resolving conflicts, advancing digital government and transparency, delivering diplomacy through digital channels, and driving cross-border humanitarian endeavors alongside sustainable infrastructure development.

Keywords: digital diplomacy, international relations, environmental diplomacy, climate, social media, communications, sustainable development.

Introduction

The significance of this study arises from the growing prevalence of digital diplomacy, which represents a relatively novel instrument in the realm of foreign policy, actively adopted by major global players. Considering the imperative necessity of incorporating information and communication technologies into the sphere of diplomatic interactions, the subject of digital diplomacy has garnered significant attention within the academic discourse. However, scholars have predominantly concentrated their efforts on formulating a theoretical framework for diplomacy that leverages information and communication technologies, notably the Internet, as one of its operational instruments.

Digital diplomacy, as a term describing a moment capturing the novelty of information and communication technologies used for diplomacy, is interpreted, defined and understood by researchers and practicing specialists in different ways (Mazumdar, 2021). Consequently, there is no universally recognized definition or framework that encompasses this concept. Thus, it is safe to assume that current research has only begun to develop what digital diplomacy means and how it works. This explains the lack of a reliable conceptual framework in the current literature to assess the effectiveness of social media for public diplomacy purposes.

According to Ilan Manor and Ronit Kampf, digital diplomacy refers mainly to the increasing use of social media platforms by a country to achieve its foreign policy goals and actively manage its image and reputation (Manor & Kampf, 2022). Thus, digital diplomacy as the use of digital communication tools (social media) by diplomats to communicate with each other and with the general public. According to E. Potter (Potter, 2020), digital diplomacy mainly refers to diplomatic practice through digital and networked technologies, including the Internet, mobile devices and social media channels. It simply as the use of the Internet and new information and communication technologies to achieve diplomatic goals.

After the severe financial crises of 2014-2015, S. Sotiriou argues that "the involvement of the general public in the diplomatic equation has also increased the number of stakeholders involved in international diplomacy, from interaction between states to international organizations and international non-governmental organizations (Sotiriu, 2015). Expert Hayden defines digital diplomacy as "a strategy for managing change through digital tools and virtual collaboration," adding an emphasis on the integral nature of diplomatic cooperation both online and offline, which is not affected by digital information in any way (Hayden, 2018).

We have to admit, digital diplomacy has emerged from public diplomacy, a form of diplomatic practice that has been defined as "a tool used by states to understand cultures, attitudes and behaviors; build and manage relationships; influence opinions; and mobilize action to advance their interests and values" (Bjola et al, 2019).

This confirms the thesis that there is no single term for this phenomenon, such as "digital diplomacy," and the existing ones are used interchangeably: digital diplomacy, e-diplomacy, cyber-diplomacy, diplomacy 2.0, web-diplomacy, twiplomacy. Moreover, twiplomacy is a distinct concept that emerged from U.S. foreign policy during the presidency of Donald Trump (Šimunjak & Caliandro, 2019).

There are other formulations, but the above are the most common.

Ben Scott, Innovation Advisor to former US Secretary of State Hillary Clinton, outlines three components of digital diplomacy (Bjola et al, 2019):

- public diplomacy, including the use of online platforms;
- gaining expertise in technology policy and understanding the impact of the Internet on international events, such as political movements;
- influencing development policy and how DCTs can be used more effectively to promote economic growth around the world.

We adhere to the definition of digital diplomacy as the use of the Internet and new information and communication technologies to achieve diplomatic goals, including related goals. Digital diplomacy is seen as a crucial tool for promoting a country's foreign policy, as it provides direct

interaction and engagement with the foreign public (Duncombe, 2019). The proliferation of communications and information technology has not only transformed the means of social protest, but also pointed to an emerging revolution in diplomacy (Omotosho, 2019).

In addition, diplomatic activities are increasingly supported by Internet tools. The Internet can be considered by governments as a unique diplomatic tool; through its proper use, they can "advertise" not only their positions on various issues, but also promote their ideas around the world. Such a function, if used properly, helps the embassy and, as a result, the state it represents, to create a positive image in the host country (AZEEZ, 2023).

Diplomacy always adapts and changes according to certain forms of communication in its environment. In a world where everyone is increasingly connected, the ability to gather and share information to a wide audience at an unprecedented pace has created new opportunities for policy makers and government departments to share messages and set policy agendas outside of traditional channels. While traditional forms of diplomacy still dominate both domestic and foreign policy, more and more governments are using technology as a new tool to communicate, gather information, and promote values both at home and abroad (Hocking, 2020).

However, the role of digital diplomacy runs even deeper in the contemporary global landscape. Digital diplomacy can serve as an effective guide in addressing global challenges (Shrestha et al, 2022; Hedling & Bremberg, 2021). For instance, the achievement of sustainable development goals is viewed through the prism of digital diplomacy (Zaree et al, 2019). For example, increasing attention is being devoted to the exploration of digital diplomacy in combating climate change, specifically environmental diplomacy (Rietig & Peringer, 2020).

Digital diplomacy is precisely designed to provide adequate information in a timely manner, refute incorrect information, and confirm information from official sources.

Materials and Methods

The article uses the informational, comparative, institutional, and comprehensive approaches, as well as adheres to the principles of objectivity, specificity, and systematicity, which allowed for a detailed and comprehensive study of digital diplomacy. A significant role in the study was played by the principle of systematicity, which allowed us to consider digital diplomacy in the context of diplomatic instruments for implementing the state's foreign policy. During the study, the following general scientific methods were used: content analysis, induction and deduction, descriptive, retrospective, comparative, generalization and grouping.

The classification method was used to analyze sources and literature, as well as to identify the main types of media used as tools of digital diplomacy. In particular, the historical and logical methods were used for the theoretical and methodological analysis of sources in determining the essential characteristics of the key concepts of digital diplomacy research. The method of content analysis was used to analyze official documents, media publications and personal profiles of statesmen in social networks. The method of analysis and synthesis was applied during the processing of the available literature. The integrated use of various methods and approaches in the work contributed to a more objective study of the topic.

The materials of this article can be used as a theoretical and methodological basis for the study of digital diplomacy at the level of professional discussion.

Results

Global scale of digital diplomacy: benefits, challenges and risks

Today, digital diplomacy is an important factor in foreign policy, a compelling and timely complement to traditional diplomacy that can help a country advance its foreign policy goals. The growing popularity of digital diplomacy is enough to suggest that there must be advantages to its use, so it is essential to analyze some of these advantages. One of the most attractive aspects of digital diplomacy is its ability to facilitate bilateral communication. The digital arena opens up new possibilities from individual conversations to dialogues with communities (Hocking, 2020).

The advantage of social media is the ability to reach citizens of other countries in almost real time. Social media platforms also provide a space for interaction, increased engagement, and thus contribute to the achievement of diplomacy goals. The potential ease of access to social media and its low cost compared to other methods make it an attractive tool for many embassies, as well as other government agencies facing budget cuts and demands to increase engagement (Hedling & Bremberg, 2021).

Digital technologies can be especially beneficial in public diplomacy in the areas of information gathering and processing, consular activities, and communication during emergencies and disasters. International practice shows that the effective use of digital diplomacy tools can bring great dividends to those who invest in it. Moreover, digital diplomacy does not always require financial investments. On the contrary, it is often aimed at reducing costs. Thus, digital diplomacy is not a substitute for classical diplomacy, but if used skillfully, this tool can strengthen the state's work in international relations and foreign policy faster and more cost-effectively.

Michael Oren, former Israeli ambassador to the United States, notes that many diplomats use social media to connect with the younger generation, recognizing how often they use it (Bjola et al., 2019). Further examples of this are demonstrated by the DOS Digital Outreach Team, which has created profiles on popular Arabic, Urdu, and Persian language forums to connect with citizens living in the Middle East. Digitalization has even given rise to a new, unique type of network known as "Twiplomacy" (Zytoon & Husain, 2023). Twiplomacy refers to how people in the modern world form relationships simply by "following" each other on Twitter.

Another significant advantage of digital diplomacy is that it leads to an increased sense of transparency. In today's world, people post everything online. People recount their lives to the public by updating their Facebook statuses and posting photos on Twitter. This trend, along with the natural desire to know what the government is up to, has led to a public demand for transparency. As diplomacy is a profession notorious for its confidentiality, some diplomats have found it difficult to strike a balance between the two (Hocking, 2020). However, it is essential for diplomats to use this new technology to its fullest potential. By creating personalized posts about the activities they conduct, diplomats and political leaders can make the public feel as if they are included in important conversations.

Considering the current situation in the world due to the after-coronavirus pandemic and geopolitical challenges, digital diplomacy has become the main means of communication in international relations, in the absence of personal contacts, which is another, in our opinion, its most significant advantage.

While this new technology has many benefits, it also poses a number of challenges. One of these problems is that some of the aforementioned benefits are not actually achieved in practice. For example, while social media sites provide an opportunity for government officials to expand their influence by being interactive, personal, and transparent, not all leaders seem to be taking advantage of this opportunity.

Another complex challenge posed by digital diplomacy is cybersecurity. While the rapid dissemination of information is often an advantage for digital diplomacy, it can also be a major disadvantage. Cybersecurity threats have caused diplomats to worry that digital diplomacy is not possible. As diplomacy has been a field known for its confidentiality, in the months following the WikiLeaks incident, many diplomats struggled to do their jobs as information gatherers, knowing that there was a constant threat of exposure (Lilli & Painter, 2023). However, over time, it seems that governments are learning to take the precautions necessary to prevent information leaks in order to still reap the benefits of digitization.

Digital diplomacy plays a crucial role in climate mitigation by leveraging technology to facilitate global cooperation, disseminate information, and implement sustainable practices. Next, we will provide substantiation for this statement.

Digital platforms enable real-time sharing of climate-related information, research findings, and best practices, that helps raise awareness about the impact of climate change and fosters a shared understanding among nations. Moreover, digital diplomacy facilitates cross-border collaboration by providing a platform for nations to share expertise, coordinate efforts, and jointly address climate challenges. Online forums and virtual conferences enable real-time communication, fostering a more efficient and collaborative approach to climate mitigation. Besides, this encourages international

advocacy and public engagement as well as social media and digital platforms offer a space for governments and organizations to engage with the public on climate issues. This engagement helps build public support for climate policies and encourages individual and collective actions that contribute to mitigation efforts.

Technological aspect also plays an important role. Thus, technologies such as satellite imaging, data analytics, and remote sensing contribute to monitoring and reporting on climate-related activities. Digital tools provide accurate and timely information, aiding in the enforcement of environmental regulations and accountability. As a result, digital diplomacy encourages the exchange of innovative solutions for climate mitigation.

The Paris Agreement, adopted in 2015, and subsequent EU climate roadmaps in 2019-2022, represent a significant example of digital diplomacy contributing to climate mitigation. The negotiations leading to the agreement heavily relied on digital communication tools and platforms. Diplomats and negotiators used video conferencing, online document sharing, and social media to coordinate efforts and engage in discussions. The digital aspect of diplomacy played a pivotal role in the success of the agreement by facilitating real-time collaboration among representatives from various countries, despite the geographical distances.

The use of digital diplomacy also leads to a reduction in financial and environmental expenses. This means that foreign offices no longer need to spend as much on transportation and can use this money to invest in other areas. But telecommunications not only provide diplomats with financial gains, but also environmental benefits. By minimizing the need for physical travel, digital diplomacy cuts financial and environmental costs.

Taking into account benefits of digital diplomacy, we can arrange the following directions for environmental diplomatic affairs within informational society:

1. Virtual summits and conferences. Within the realm of environmental diplomacy, virtual platforms and video conferencing enable the conduct of diplomatic negotiations and discussions. This virtual approach promotes international collaboration and treaty agreements, obviating the necessity for in-person meetings, thereby contributing to a reduction in the carbon footprint associated with travel.

2. Online climate data sharing. Nations may employ digital diplomacy to exchange environmental data and research through secure data-sharing platforms. This collaborative framework plays a pivotal role in the monitoring and mitigation of global environmental challenges, such as climate change, deforestation, and pollution.

3. Social media campaigns. Scientific endeavors in environmental diplomacy can leverage the expansive reach of social media platforms to heighten public awareness and engage with the global audience regarding environmental issues. These digital campaigns foster international cooperation and garner support for environmental causes.

4. Digital climate agreements and treaties. The negotiation and ratification of environmental agreements and treaties are increasingly facilitated through digital channels. Electronic signatures and secure document-sharing platforms streamline the diplomatic process while augmenting transparency, particularly in the scientific context.

5. Online environmental education and capacity building. In the realm of environmental science, countries employ digital diplomacy to offer training and capacity-building initiatives related to environmental conservation and sustainable practices. This may encompass the provision of online courses, webinars, and knowledge-sharing platforms, thereby bolstering international collaboration on environmental matters.

These points underscore the pivotal role of digital diplomacy in addressing global environmental and climate challenges within the scientific community, fostering effective communication, cooperation, and knowledge exchange among nations and stakeholders.

Consequently, digital diplomacy brings both opportunities and challenges. On the one hand, social media, in particular, provides countries with more information to address social issues. For example, people in conflict areas use social media to mobilize support, organize protests, communicate, and inform the world about what is happening in their countries, especially where their media is often subject to shutdowns and censorship. However, on the other hand, there are a number of risks associated with using social media and using it as a tool of diplomacy. Nevertheless, according to experts, the opportunities outweigh the challenges. Thus, countries that are slow to

embrace digital diplomacy cannot afford to be left behind in this current of digital diplomacy, as they can greatly benefit from these new diplomatic trends. Digital diplomacy and online activities in general can significantly help in projecting a state's foreign policy positions to domestic and foreign audiences.

Digital diplomacy in Ukraine's foreign policy strategy

Digital diplomacy has become a phenomenon in the field of international relations and foreign policy, so identifying patterns in this process is extremely relevant. Ukraine's European aspirations and the reform of the country's public administration system in line with European standards prompt the search for ways to improve the overall situation in this area. Today, the field of information management, including the accumulated knowledge and experience, has accumulated a large amount of information that can be successfully used in political forecasts and strategic planning. Digital technologies in the field of diplomatic activity make it possible to improve consular activities, in particular, processing and preparation of visa documentation, direct contacts with citizens abroad. In the event of emergencies and natural disasters, the use of cyberspace will be appropriate for emergency communication with the embassy of the state abroad.

In 2019, the number of Internet users in Ukraine was already 22.96 million, which indicates a change in the trend of information consumption from traditional to digital sources. The constant monitoring of the popularity of the media among the main rating of information dissemination channels disclosed wide opportunities of using social media for the purposes of informational campaign (Bryikhanova et al., 2021).

However, despite this activity, the Internet is currently underutilized as a tool of diplomacy and to increase the attractiveness of the country's image. It is also important to note that not only state authorities, but also representatives of non-governmental organizations and civil society should be actively involved in shaping a positive image of the country in the international arena in cyberspace.

The degree of information support for diplomatic bodies directly affects the level of development of all digital governance initiatives, the provision of various services, and, more broadly, digital diplomacy.

The formation of the legal framework for the introduction of digital technologies in the field of public diplomacy is a complex and comprehensive process, and therefore requires some time and appropriate professional resources and skills. The development of the regulatory framework for the digitalization of diplomatic activities is rather chaotic, and the existence of a large number of different acts adopted to introduce an ineffective concept of e-government does not indicate the perfect state of Ukraine's current legislation in this area.

In recent years, a number of measures have been taken to enhance information support and communication of state institutions, which is undoubtedly crucial for the development of diplomatic activities and the introduction of digital services. According to the research, an analysis of the recent practice of implementing digital diplomacy in Ukraine shows that it is currently only at the initial stage of development, at the level of information through the websites of the Ministry of Foreign Affairs and diplomatic missions abroad (Pipchenko, 2020). Despite the active use of social media by Ukrainian diplomats and the creation of official websites of diplomatic missions, it must be stated that the potential of modern communication tools of the Internet in diplomatic activities has not yet been fully utilized, although the latest digital communication technologies open up prospects for more professional and high-quality interaction.

In Ukraine, the development of digital diplomacy can align with the goals of sustainable development by focusing on several key directions:

1. Promoting sustainable energy and climate oriented practices. According to this statement, digital diplomacy initiatives could be implemented to facilitate international cooperation and knowledge exchange on sustainable energy and environmental conservation; and to share best practices, technologies, and policies for mitigating climate change, reducing pollution, and transitioning to clean energy sources.

2. Enhancing digital inclusion and accessibility. Digital diplomacy efforts prioritize inclusivity and accessibility to promote internet access and digital literacy to all segments of society, including

marginalized groups, can participate in diplomatic processes and benefit from the digital transformation.

3. Conflict resolution and peacebuilding. Digital diplomacy should be considered as a soft tool for conflict prevention and resolution, thereby contributing to peace and security. International cooperation and mediation are implied through online channels to address regional and global conflicts.

4. Digital government and transparency to ensure government transparency and accountability through digital tools and platforms. This means fostering open data initiatives, e-governance, and digital services that improve public access to government processes and decision-making.

5. Promotion of cultural and scientific diplomacy through digital means. This means encouraging of international collaborations, art exhibitions, scientific research partnerships, and cultural exchanges that reflect Ukraine's cultural diversity and contributions to sustainable development.

6. Cross-border humanitarian initiatives. This implies facilitating international assistance, relief efforts, and refugee support through online platforms, emphasizing a human-centered approach to sustainable development.

7. Sustainable infrastructure development within sustainable infrastructure projects, utilizing digital tools for project management, environmental impact assessments, and stakeholder engagement. Digital diplomacy contributes to eco-friendly infrastructure development in line with sustainable development goals.

By pursuing these directions for digital diplomacy in Ukraine, the country can contribute to the achievement of the Sustainable Development Goals while enhancing its international partnerships and standing on issues related to sustainability, peace, and global well-being.

To summing up, in the context of the digital revolution and new digital technologies, "digital diplomacy" is being formed, so diplomats face new challenges related to their professional training in the cybersphere, the ability to manage large information flows, use database information in such a way as to avoid duplication of it, process information using digitized archives and data storage and retrieval systems. Of particular importance is the problem of confidential assessments that are not available to the general public, the ability to correctly analyze and interpret information and process it in such a way that it brings maximum benefit to the foreign policy department.

Therefore, taking into account the above, we offer some proposals for the implementation of digital diplomacy in the sphere of foreign policy relations of Ukraine, which include:

- creation and maintenance of the state's brand in the globalized world, in particular, the implementation of state branding in the network environment;
- the Ministry of Foreign Affairs of Ukraine acting as a moderator of the dialogue (in establishing contacts with the online audience and developing new communication tools, digital diplomacy will provide an opportunity to address the target audience directly with specific messages)
- accumulation and analysis of a significant amount of digital information that can be used in political forecasts and strategic planning;
- implementation of virtual consular activities (digital diplomacy becomes effective in working with foreign audiences, especially in the process of presenting the official position of the state and forming its positive image);
- ensuring the openness of the authorities in the digital network space, which is an indisputable necessity along with other sources of information; availability of appropriate instructions for specialists of public authorities engaged in external relations to determine the boundaries of communication in case of careless messages (tweets) or other digital messages;
- development of new digital formats for internal, inter-institutional and international communication involving diplomats;
- formulation of digital culture requirements and their strict observance in the field of foreign relations;
- the use of artificial intelligence in diplomatic activities; negotiation processes (application of algorithms and negotiation strategies);
- overcoming communication barriers between states and citizens of other countries;

- improving the security of diplomatic missions; resolving diplomatic crises, supporting peacekeeping operations, and resolving international disputes and conflicts.

Digital diplomacy is the enrichment of traditional foreign policy tools with innovative public administration instruments that will be aimed at fully realizing the potential of networks, technologies, and the population in an interdependent manner (Manor, 2023). Thus, developing digital diplomacy in Ukraine requires a strategic and multifaceted approach. From the governmental point of view, the attention should be paid to the investment in technological infrastructure, capacity building and training, and establishment of digital diplomacy units within the Ministry of Foreign Affairs or relevant government bodies dedicated to digital diplomacy. These units can focus on developing and implementing digital strategies, monitoring online discussions, and engaging with international audiences.

Summarizing the above, it should be noted that the level of development of initiatives to introduce digital diplomacy tools in Ukraine depends on the degree of organizational support for the digitalization of diplomatic institutions and the regulatory framework for their use.

Conclusions

Unlike traditional diplomacy, digital diplomacy allows anyone, regardless of location, to have a voice and influence on a particular situation or a particular politician. New types of diplomatic language are emerging: "hashtags", "smiles", "stickers", videos, photos. Thus, the diplomatic code of conduct based on classical concepts is being transformed. The Internet lexicon is also changing, incorporating elements of social media culture. The so-called Internet trolling, a form of social provocation or online hooliganism often used by bloggers, is also turning into one of the manifestations of modern political dialogue.

So far, experts have only gotten used to the opportunities of the digital age that lie on the surface. In our opinion, great potential for digital diplomacy lies in the following areas: digitalization of services provided to citizens; analysis of foreign audiences; data processing and exchange; optimization of internal processes; development of new formats of multilateral interaction.

Having analyzed the features of digital diplomacy as a modern phenomenon of foreign policy activity, it is established that, given such current trends in international relations as democratization of foreign and domestic political processes, personalization of subjects of international relations and growing informatization of the environment of international interaction, digital diplomacy is becoming an obligatory sphere of activity and development of states. In our opinion, digital diplomacy can be defined as activities aimed at creating and maintaining official websites of state institutions and thematic online resources about the state, which serve as the main source of information about it, as well as filling the information space with publications, news, events and other materials on topical issues of foreign policy, and therefore there is no doubt that digital diplomacy will take a firm place in the future and become an essential part of international relations.

International experience shows a significant arsenal of techniques and methods that will allow the introduction of digital mechanisms in the diplomatic sphere to solve foreign policy problems in Ukraine. In addition, according to the experience of foreign countries, analytical work needs to be significantly improved in order to develop effective digital diplomacy services. High-quality information and analytical work will contribute to the development of digital diplomacy, provided that actions are clearly coordinated, based on a significant improvement in information support and the process of analytical processing of the information received.

Digital diplomacy successfully addresses to global challenges and SDG's goals. Since, modern informational and communicational infrastructure allows to refocus diplomatic strategy to environmental and climate targets. Thinking this way, the development of digital diplomacy cover such important sectors: promoting sustainable energy and climate oriented practices; enhancing digital inclusion and accessibility; conflict resolution and peacebuilding; digital government and transparency; promotion of cultural and scientific diplomacy through digital means; cross-border humanitarian initiatives and sustainable infrastructure development.

Conflicts of interest

The authors declare no conflict of interest.

Funding

This research received no external funding.

Authors contribution

Conceptualization, M.I. and K.V.; analysis of environmental and climate discourse of digital diplomacy, M.I.; literature review, V. K. and B.M.; formal analysis, L.R.; methodology, K.V.; project administration, K.V. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

References

- AZEEZ, I. A. A. (2023). The Influence of Digital Diplomacy on Foreign Policy. *Journal of Tourism Economics and Policy*, 3(3), 189-203. <https://doi.org/10.38142/jtep.v3i3.770>
- Bjola, C., Cassidy, J., & Manor, I. (2019). Public diplomacy in the digital age. *The Hague Journal of Diplomacy*, 14(1-2), 83-101. <https://doi.org/10.1163/1871191X-14011032>
- Bryikhanova, H., Zaitseva, V., Gamova, I., & Fayvishenko, D. (2021). Social media as a new communication platform in the context of the information eco strategy. *Journal of Information Technology Management*, 13(Special Issue: Role of ICT in Advancing Business and Management), 128-142. [10.22059/JITM.2021.80742](https://doi.org/10.22059/JITM.2021.80742)
- Duncombe, C. (2019). Digital diplomacy: Emotion and identity in the public realm. *The Hague Journal of Diplomacy*, 14(1-2), 102-116. <https://doi.org/10.1163/1871191X-14101016>
- Hayden, C. (2018). Digital diplomacy. *The encyclopedia of diplomacy*, 1-13. <https://doi.org/10.1002/9781118885154.dipl0068>
- Hedling, E., & Bremberg, N. (2021). Practice approaches to the digital transformations of diplomacy: toward a new research agenda. *International Studies Review*, 23(4), 1595-1618. <https://doi.org/10.1093/isr/viab027>
- Hocking, B. (2020). Communication and diplomacy: change and continuity. *Global Diplomacy: An Introduction to Theory and Practice*, 79-96. https://doi.org/10.1007/978-3-030-28786-3_6
- Lilli, E., & Painter, C. (2023). Soft power and cyber security: The evolution of US cyber diplomacy. In *Soft power and the future of US foreign policy* (pp. 161-179). Manchester University Press. <https://doi.org/10.7765/9781526169136.00015>
- Manor, I. (2023). The road not taken: why digital diplomacy must broaden its horizons. *Place Branding and Public Diplomacy*, 19(2), 206-210. <https://doi.org/10.1057/s41254-022-00280-4>
- Manor, I., & Kampf, R. (2022). Digital nativity and digital diplomacy: Exploring conceptual differences between digital natives and digital immigrants. *Global Policy*, 13(4), 442-457. <https://doi.org/10.1111/1758-5899.13095>
- Mazumdar, B. T. (2021). Digital diplomacy: Internet-based public diplomacy activities or novel forms of public engagement?. *Place Branding and Public Diplomacy*, 1-20. <https://doi.org/10.1057/s41254-021-00208-4>
- Omotosho, M. O. (2019). Information revolution and growing power of communication: a foundation of new diplomacy. *Jadavpur Journal of International Relations*, 23(2), 142-157. <https://doi.org/10.1177/0973598419861472>
- Pipchenko, N. (2020). Digital diplomacy: how international actors transform their foreign policy activity. *Ukraine Analytica*, (02 (20)), 19-25.
- Potter, E. (2020). The evolving complementarity of nation-branding and public diplomacy: projecting the Canada brand through “weibo diplomacy” in China. In *Canada, Nation Branding and Domestic Politics* (pp. 104-118).

- Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9780429031366-8/evolving-complementarity-nation-branding-public-diplomacy-evan-potter>
- Rietig, K., & Peringer, C. (2020). Environmental Diplomacy: effective climate negotiations through digital diplomacy and facilitation. *House of Commons*. Written evidence submitted to the UK Parliament Foreign Affairs Committee on 4.9.2020
- Saliu, H. (2022). Rethinking Media Diplomacy and Public Diplomacy Towards a New Concept: Digital Media Diplomacy. *Online Journal Modelling the New Europe*, (39), 4-24.
- Shrestha, S. B., Parajuli, L. K., & Shrestha, M. V. (2022). Science Diplomacy: An Overview in the Global and National Context. *Journal of Foreign Affairs*, 2(01), 41-51. <https://doi.org/10.3126/j0fa.v2i01.43892>
- Šimunjak, M., & Caliandro, A. (2019). Twiplomacy in the age of Donald Trump: Is the diplomatic code changing?. *The Information Society*, 35(1), 13-25. <https://doi.org/10.1080/01972243.2018.1542646>
- Sotiriu, S. (2015). Digital diplomacy: Between promises and reality. In *Digital Diplomacy* (pp. 33-51). Routledge.
- Zaree, A., Tayebi, S., & Naderi, S. (2019). Environmental Diplomacy in the Light of International Convergence: an Effective Approach towards International Law Sustainable Development. *Journal of Environmental Science and Technology*, 21(9), 185-199. <https://doi.org/10.22034/JEST.2019.15683>
- Zytoon, M., & Husain, S. (2023). Digital Diplomacy as Tools of Communications Networks in foreign policy. *Wireless Personal Communications*, 1-15. <https://doi.org/10.1007/s11277-022-10124-2>



Vol. 1 No. 2 (2023)

Available since: 2023
Published: 2 times a year

Founders: State University of Economics and Technology

ISSN: 3041-1246

E-mail: ete@duet.edu.ua Journal homepage: <https://ete.org.ua>

JEL: M21


DOI: 10.62911/ete.2023.01.02.02


Tools for ensuring the competitiveness of business entities in the context of development to EU conditions


Citation:

Vasylychak, S., Petrynyak, U., Dubyna M., & Soloviy S. (2023). Tools for ensuring the competitiveness of business entities in the context of development to EU conditions. Scientific and practical journal "Economics and technical engineering", 1(2), 21–32. <https://doi.org/10.62911/ete.2023.01.02.02>

Svitlana Vasylychak
Prof. DSc, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
e-mail: ysv123@i.ua
 ORCID iD: 0000-0001-9757-1683

Uliana Petrynyak
Assoc. Prof., PhD, Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine
e-mail: yliana1234@ukr.net
 ORCID iD: 0000-0003-3295-4792

Marija Dubyna
Assoc. Prof., PhD, Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine
e-mail: dubynamarichka@gmail.com
 ORCID iD: 0000-0001-6536-0152

Serhiy Soloviy
PhD, Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine
e-mail: soloviy1977@gmail.com
 ORCID iD: 0000-0002-2975-4661

Received: 10/09/2023

Accepted: 15/11/2023



Abstract: The subject of the study is the methodological aspects of ensuring the competitiveness of business structures in the conditions of EU integration. The purpose of the study is to determine the tools for ensuring the competitiveness of business structures in the conditions of integration into the EU. The research used a set of scientific methods and approaches, including systematic and logical, which made it possible to ensure the conceptual unity of the research. The article substantiates the necessity of using tools for the formation and competitiveness of business structures in the conditions of integration into the EU and the directions of its improvement. The field of application of the research results is the field of development of business structures in the context of EU integration. The main conclusions of the study and its methodological results can be summarized as follows: on the basis of the conducted analysis, it is proved that among the most important ways of strengthening the economy, ensuring the competitiveness of business structures in the conditions of EU integration. An analysis of the dynamics of the number of active business structures in Ukraine was carried out, the factors that influenced the increase in the volume of produced products and services, their implementation by subjects of large, medium, small and micro-businesses were determined. Conducted studies of capital investments in the activity of business structures by sources. The concepts that form the effect of general management of material resources and intangible assets are outlined. In order to increase the competitiveness of business structures, four competitive strategies are proposed. In the conditions of competitive struggle and in the conditions of European integration, the ways of increasing the competitiveness of business structures are outlined. Taking into account the changing conditions of today, an effective tool for increasing competitiveness is competences, which are the most important component of the competitiveness of business structures, which determines their identity, their difference from other business units.

Keywords: competitiveness; business structures; concept; tools of competitiveness; areas of increasing competitiveness; integration.


JEL: M21

Tools for ensuring the competitiveness of business entities in the context of development to EU conditions

Svitlana Vasylchak

Prof. DSc, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: vsv123@i.ua

 ORCID iD: 0000-0001-9757-1683

Uliana Petrynyak

Assoc. Prof., PhD, Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine


e-mail: yliana1234@ukr.net

 ORCID iD: 0000-0003-3295-4792

Marija Dubyna

Assoc. Prof., PhD, Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine


e-mail: dubynamarichka@gmail.com

 ORCID iD: 0000-0001-6536-0152

Serhiy Soloviy

PhD, Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine

e-mail: soloviy1977@gmail.com

 ORCID iD: 0000-0002-2975-4661

Abstract: The subject of the study is the methodological aspects of ensuring the competitiveness of business structures in the conditions of EU integration. The purpose of the study is to determine the tools for ensuring the competitiveness of business structures in the conditions of integration into the EU. The research used a set of scientific methods and approaches, including systematic and logical, which made it possible to ensure the conceptual unity of the research. The article substantiates the necessity of using tools for the formation and competitiveness of business structures in the conditions of integration into the EU and the directions of its improvement. The field of application of the research results is the field of development of business structures in the context of EU integration. The main conclusions of the study and its methodological results can be summarized as follows: on the basis of the conducted analysis, it is proved that among the most important ways of strengthening the economy, ensuring the competitiveness of business structures in the conditions of EU integration. An analysis of the dynamics of the number of active business structures in Ukraine was carried out, the factors that influenced the increase in the volume of produced products and services, their implementation by subjects of large, medium, small and micro-businesses were determined. Conducted studies of capital investments in the activity of business structures by sources. The concepts that form the effect of general management of material resources and intangible assets are outlined. In order to increase the competitiveness of business structures, four competitive strategies are proposed. In the conditions of competitive struggle and in the conditions of European integration, the ways of increasing the competitiveness of business structures are outlined. Taking into account the changing conditions of today, an effective tool for increasing competitiveness is competences, which are the most important component of the competitiveness of business structures, which determines their identity, their difference from other business units.


Keywords: competitiveness; business structures, concept, tools of competitiveness, areas of increasing competitiveness, integration.

Інструменти забезпечення конкурентоспроможності суб'єктів підприємницької діяльності в контексті розвитку до умов ЄС

Світлана Васильчак

д.е.н, професор, Державний університет економіки і технологій, Кривий Ріг, Україна


e-mail: vsv123@i.ua

 ORCID iD: 0000-0001-9757-1683

Уляна Петриняк

к. е. н, доцент, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро, Україна

e-mail: yliana1234@ukr.net


 ORCID iD: 0000-0003-3295-4792

Марія Дубина

к. е. н., доцент, Львівський національний університет ветеринарної медицини та

біотехнологій імені С.З. Гжицького, Львів, Україна

e-mail: dubynamarichka@gmail.com

 ORCID iD: 0000-0001-6536-0152

Сергій Соловій

к. е. н., Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені

С.З. Гжицького, Львів, Україна

e-mail: soloviy1977@gmail.com

 ORCID iD: 0000-0002-2975-4661

Анотація: Предметом дослідження є методологічні аспекти забезпечення конкурентоспроможності бізнес-структур в умовах інтеграції до ЄС. Метою дослідження є визначення інструментів забезпечення конкурентоспроможності бізнес-структур в умовах інтеграції до ЄС. У дослідженні застосовано сукупність наукових методів і підходів, у тому числі системний, логічний, що дозволило забезпечити концептуальну єдність дослідження. У статті обґрунтовано необхідність використання інструментів формування конкурентоспроможності бізнес-структур в умовах інтеграції до ЄС та напрямів її підвищення. Галузь застосування результатів дослідження - це сфера розвитку бізнес-структур в умовах інтеграції до ЄС. Основні підсумки дослідження та його методологічні результати можна звести до формулювання: на основі проведеного аналізу доведено, що серед найважливіших шляхів зміцнення економіки особливе місце посідає забезпечення конкурентоспроможності бізнес-структур в умовах інтеграції до ЄС. Проведено аналіз динаміки чисельності діючих бізнес-структур в Україні, визначено фактори, що вплинули на збільшення обсягів виробленої продукції та послуг, їх реалізації суб'єктами великого, середнього, малого бізнесу та мікропідприємництва. Проведені дослідження вкладених капітальних інвестицій в діяльність бізнес-структур за джерелами. Окреслено концепції, які формують ефект від загального управління матеріальними ресурсами та нематеріальними активами. З метою підвищення конкурентоспроможності бізнес-структур запропоновано чотири конкурентні стратегії. В умовах конкурентної боротьби та в умовах Євроінтеграції, окреслено шляхи підвищення конкурентоспроможності бізнес-структур. Враховуючи мінливі умови сьогодення, дієвим інструментом підвищення конкурентоспроможності є компетентності, які є складовою конкурентоспроможності бізнес-структур, що визначає їх ідентичність, відмінність від інших бізнес-одиниць.

Ключові слова: конкурентоспроможність; бізнес-структури, концепція, інструменти конкурентоспроможності, напрями підвищення конкурентоспроможності, інтеграція.

Вступ (Introduction)

Важливими завданнями, що стоять перед суб'єктами господарювання підприємництва, є забезпечення їх економічного розвитку та конкурентоспроможності. Нині для суб'єктів підприємницької діяльності підвищення конкурентоспроможності є необхідною умовою для тривалого існування на ринку та примноження і покращення ефективності діяльності в майбутньому, порівняно з попередніми періодами. Конкурентоспроможність підприємства чи будь-якої бізнес-структури є інтегрованим показником, що й окреслює підхід до інструментів та напрямів її забезпечення. А підвищення конкурентоспроможності суб'єктів підприємницької діяльності ґрунтується на комплексній концепції. Така концепція формується під впливом зовнішнього середовища та в залежності від визначеної стратегії підприємства, його конкурентного потенціалу та включає управлінські, організаційні, технологічні, фінансові, маркетингові та інші складові, що потребує проведення відповідних досліджень.

Сучасний бізнес розвивається стрімкими темпами. Керівники вітчизняних суб'єктів господарювання розуміють, наскільки важливо планувати стратегію довгострокового виживання і пристосовуватися до швидко змінного навколишнього середовища. Конкуренція є невід'ємною частиною ринкової економіки. Основною характеристикою господарюючого суб'єкта з точки зору конкурентної боротьби є його конкурентоспроможність. В умовах ринкової економіки для будь-якої бізнес-структури вкрай важливою є проблема підтримки та підвищення її конкурентоспроможності. Особливо важливою ця тема стає в сучасних умовах, коли зростає конкуренція з боку вітчизняних та іноземних компаній (Kotyk D.Yu., Zhyhalkevych Zh.M, 2020).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Окремі аспекти теоретичного та методологічного характеру щодо забезпечення та формування конкурентоспроможності суб'єктів підприємницької діяльності висвітлені в публікаціях вітчизняних вчених: (D.Yu. Kotyk, 2020), (S. Vasylychak, 2023), (R. Shchupakivskyi, 2022), (Yu. Yakubenko, 2023), (V. Tomakh, 2023), (H. Yamnenko, 2021), (T. Vasylytsiv, 2023), (H. Tarasiuk, 2021), (T. Pavliuk, 2020), (J. Sébastien, 2019) та іноземних вчених (M. Kremer, 2018).

Оцінюючи напрацювання вказаних учених, важливо відмітити, що є необхідність в поглиблених дослідженнях в контексті інструментів забезпечення та напрямів підвищення конкурентоспроможності суб'єктів підприємницької діяльності в умовах сьогодення. Однак в сучасних умовах певні питання механізмів формування конкурентоспроможності та на її основі економічного розвитку бізнес-структур в умовах інтеграції до ЄС залишаються далекими від вирішення, що робить актуальним потребу подальших досліджень цієї сфери.

Метою статті є визначення стратегій та інструментів формування конкурентоспроможності бізнес-структур і розробка напрямів її підвищення в умовах інтеграції до ЄС, що забезпечить бізнес-структурам розвиток, стійке функціонування на внутрішніх та зовнішніх ринках.

Матеріали та методи (Materials and Methods)

У процесі дослідження з метою вивчення та з'ясування проблем формування конкурентоспроможності бізнес-структур та її підвищення авторами були використані різні матеріали та застосовано ряд методів дослідження. Теоретико-інформаційними джерелами були сучасні наукові праці як вітчизняних вчених, так і вчених зарубіжних країн, зокрема ті, в яких висвітлювались питання та були підняті проблеми, пов'язані із забезпеченням конкурентоспроможності бізнес-структур в умовах інтеграції до ЄС. За інформаційну основу в процесі дослідження авторами використані статистичні дані Державної служби статистики України по діючих суб'єктах великого, середнього, малого бізнесу та мікропідприємництва.

Для досягнення поставленої мети авторами було використано ряд загальнонаукових і спеціальних методів дослідження, які взаємопов'язані між собою та застосовувалися в дослідженні у послідовному і логічному зв'язку: методи структурно-логічного,

концептуального аналізу, синтезу, сходження від абстрактного до конкретного, графічний та факторного аналізу.

Методи структурно-логічного, концептуального аналізу були використані при вивченні теоретико-інформаційних джерел, наукових праць, узагальнення інформації. За допомогою методу абстрагування виокремлено закономірності та фактори впливу на конкурентоспроможність бізнес-структур. Одним із основних методів, які використовувалися у дослідженні, є метод аналізу, що дозволив провести аналіз чисельності суб'єктів підприємництва в динаміці та визначити основні показники їх діяльності. Здійснено аналіз капітальних вкладень у бізнес та структуровано відносно до джерела інвестування. За допомогою методу порівнянь проведено аналіз тенденцій в динаміці. Використання методу синтезу дозволило отримати дані звести до підсумкових результатів, а за допомогою методу узагальнень провести формування пропозицій та рекомендацій.

Результати (Results)

Забезпечення сталого економічного зростання на основі мобілізації й ефективного використання всього комплексу ресурсів, в умовах ринкового трансформування економіки країни, є одним із головних чинників стабільності позитивних економічних тенденцій в державі в умовах інтеграції. Серед найважливіших шляхів зміцнення економіки та ефективного використання ресурсного потенціалу регіонального розвитку особливе місце посідає забезпечення конкурентоспроможності бізнес-структур в умовах інтеграції до ЄС (Vasylchak S.V., Petrynyak U.Ya., Dubyna M.P., Solovii S.B., 2022).

Сутнісно-змістова характеристика конкурентоспроможності зводиться до здатності перемагати в конкурентній боротьбі за ресурси (інвестиції, інтелектуально-кадровий потенціал, сировину, енергію, техніко-технологічну базу) та ринки збуту (Shchupakivskiy R., 2022).

Нині бізнес підприємницьких структур в нашій країні стає все більше складним та ризикованим, зокрема в умовах війни. Сфера підприємництва є невід'ємною складовою конкурентного механізму, що надає ринковій економіці гнучкості, вирішує проблему зайнятості населення, акумулює виробничі та фінансові ресурси, забезпечує ринок споживчими товарами і послугами.

На формування конкурентоспроможності бізнес-структур в умовах ринку впливають особливості ведення підприємницької діяльності, розроблена та прийнята конкурентна стратегія, технічне та технологічне забезпечення, можливість швидкого реагування на мінливість умов. Враховуючи невеликі масштаби комерційної діяльності (малий та середній бізнес), суб'єкти підприємницької діяльності повинні мобільно реагувати на ринкові зміни, проявляти гнучкість та здатність швидко пристосовуватися до нових обставин, вимог покупців, орієнтуватися на фактичний ринковий попит.

Значення підприємницької діяльності полягає передусім у тому, що економічний розвиток бізнес-структур:

- по-перше, впливає на структурні зміни у системі господарювання;
- по-друге, сприяє регіональному і ефективному використанню інвестиційних матеріальних і нематеріальних ресурсів;
- по-третє, забезпечує зайнятість трудових ресурсів і належну мотивацію до високопродуктивної праці;
- по-четверте, впливає на умови розвитку новаторства, ініціативи, творчості і розвитку інтелектуальної особистості кадрового потенціалу;
- по-п'яте, створює сприятливе середовище для здорової конкуренції і завдяки цьому стає своєрідним каталізатором соціально-економічного розвитку країни, інтеграції до ЄС.

Загальновідомо, що економічний розвиток бізнес-структур у ринковій економіці – важливий фактор, що впливає на темпи економічного зростання в країні, склад і розмір валового національного продукту.

Аналіз динаміки чисельності діючих бізнес-структур в Україні засвідчує наступну тенденцію на табл. 1. За 2017-2021 роки кількість діючих бізнес-структур великого підприємництва в нашій країні, незважаючи на Covid, зросла на 211 одиниць, або на 52,9 %. Кількість суб'єктів середнього підприємництва за досліджуваний період також зросла відповідно на 2557 одиниць та на 16,8%. Мають позитивну динаміку і чисельності діючих малих підприємств та мікропідприємств. Їх збільшення за п'ять років становить 8,3%. Така позитивна динаміка кількості діючих бізнес-структур за досліджуваний період засвідчує сприятливі умови та можливості розвитку бізнесу в Україні, зокрема суб'єктів великого підприємництва, де кількість господарюючих одиниць великого бізнесу зросла більше як на половину.

Таблиця 1. Кількість діючих суб'єктів великого, середнього, малого бізнесу та мікропідприємництва у 2017-2021 роках, од.

Класифікація бізнес-структур за розмірами	2017р.	2018р.	2019р.	2020р.	2021р.	2021р.до 2017р., у %
Суб'єкти великого підприємництва	399	446	518	512	610	152,9
Суб'єкти середнього підприємництва	15254	16476	18129	17946	17811	116,8
Суб'єкти малого підприємництва	1789406	1822671	1922978	1955119	1937827	108,3
З них суб'єктів мікропідприємництва	1737082	1764737	1864013	1898902	1880858	108,3

Джерело: Розроблено авторами

Обсяг виробленої продукції та послуг діючих бізнес-структур в Україні теж має тенденцію до зростання. За досліджуваний період суб'єктами великого та середнього підприємництва збільшено виробництво продукції (товарів, послуг) в середньому на 55% на табл. 2.

Таблиця 2. Обсяг виробленої продукції (товарів, послуг) суб'єктів великого, середнього, малого бізнесу та мікропідприємництва, млн. грн.

Класифікація бізнес-структур за розмірами	2017р.	2018р.	2019р.	2020р.	2021р.	2021р. до 2017р., у %
Суб'єкти великого підприємництва	1581,3	2039,4	2354,3	2503,1	2457,5	155,4
Суб'єкти середнього підприємництва	1622,3	1970,2	2248,0	2507,6	2509,8	154,7
Суб'єкти малого підприємництва	1014,2	1319,3	1605,4	1971,1	2327,1	229,6
З них суб'єктів мікропідприємництва	528,9	706,4	875,9	1113,6	1342,0	253,7

Джерело: Розроблено авторами

Суб'єктами малого підприємництва та мікропідприємствами збільшено виробництво більше чим в два рази (відповідно малі підприємства в 2,3 рази, мікропідприємства в 2.6 рази) незважаючи на те, що їх чисельність зросла на 108,3 відсотків. Як випливає із дослідження, виробництво продукції по малих та мікро бізнес-структурах зросло за рахунок двох основних факторів: збільшення їх чисельності та нарощування виробництва, де другий вагомо вплинув на збільшення виробництва продукції та послуг.

Одним із факторів, який мав позитивний вплив на збільшення чисельності діючих суб'єктів великого, середнього і малого бізнесу та мікропідприємств у 2017-2021 роках та збільшення обсягів виробленої продукції і послуг в Україні, був ріст капітальних інвестицій в діяльність суб'єктів господарювання упродовж 2015-2022 років на рис. 1.

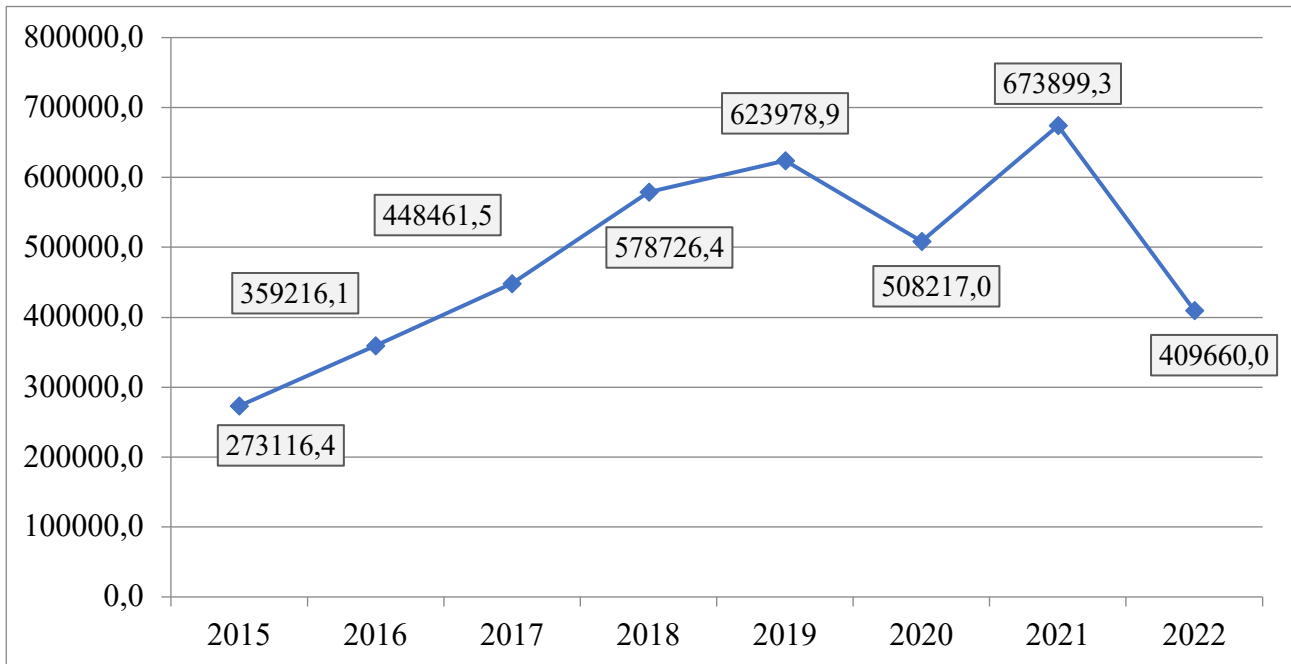


Рисунок 1. Капітальні інвестиції в діяльність суб'єктів господарювання протягом 2015-2022рр., млн. грн.

Джерело: Розроблено авторами

Як видно із даних поданого рисунка, з 2015 року сума капітальних інвестицій в діяльність бізнес-структур до 2022 року різко зростала. Так, наприклад, у 2019 році ріст капітальних інвестицій в діяльність бізнес-структур становив 228,5% або на 350862,5 млн. грн. У 2020 році сума капітальних інвестицій в діяльність суб'єктів господарювання дещо зменшилась (до 508217 млн грн), так як мав чималий вплив Covid 2019 та процеси, пов'язані із епідемією.

Проте в 2021 році суми капітальних інвестицій в діяльність бізнес-структур зросли до 673899,3 млн. грн. та перевищили рівень 2019 року на 8,0%.

Проведені дослідження вкладених капітальних інвестицій в діяльність бізнес-структур за джерелами дають змогу зробити висновки, що все ж таки основним джерелом інвестування діяльності суб'єктів господарювання залишаються власні кошти підприємств та організацій, питома вага яких становить 71,6% - на рис. 2.

П'яту частину серед джерел капітального інвестування діяльності бізнес-структур займають кошти державного та місцевих бюджетів (10,7 % та 9,4 % відповідно). Досить малою є частка кредитів банківських установ та коштів іноземних інвесторів. Частка кредитів банківських установ серед джерел капітального інвестування діяльності бізнес-структур становила 8%, а частка коштів іноземних інвесторів становила менше одного відсотка (0,3%).

З метою збільшення суми капітальних інвестицій в діяльність бізнес-структур, зокрема коштів іноземних інвесторів, необхідно покращувати інвестиційну привабливість вітчизняних суб'єктів великого, середнього, малого бізнесу та особливо мікропідприємств.

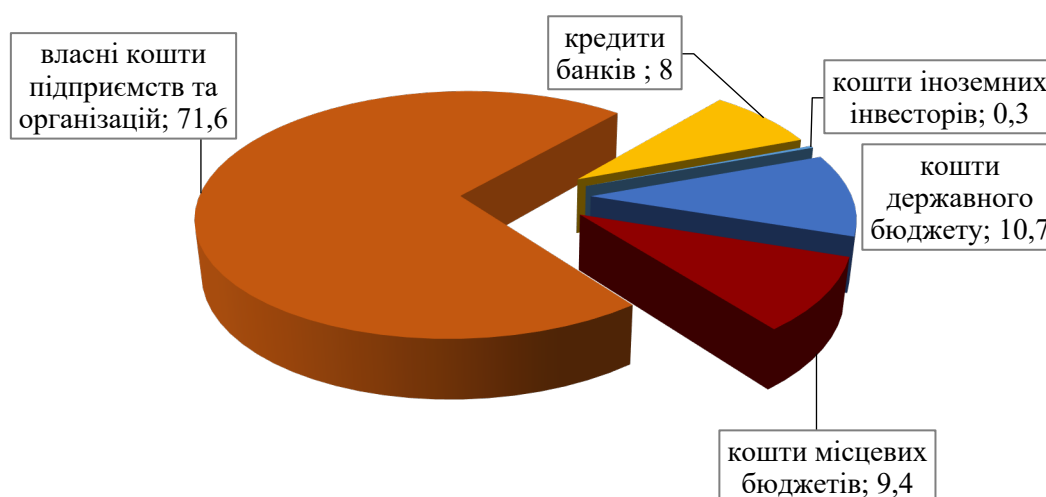


Рисунок 2. Структура капітальних інвестицій суб'єктів господарювання України за джерелами фінансування у 2021 році, у %

Джерело: Розроблено авторами

Аналіз обсягів реалізованої продукції (товарів, послуг) доводить, що індекс її збільшення порівняно із збільшенням виробництва є у великих бізнес-структур та середніх, що доводить їх кращу конкурентоспроможність на ринку, кращі можливості та наявність дієвих маркетингових інструментів на табл. 3. Так, у великих підприємствах обсяги реалізованої продукції (товарів, послуг) збільшились на 75,5%, тоді як виробництво - тільки на 55,4%, у середніх бізнес-структур - на 78,9%, тоді як виробництво - тільки на 54,7%. Зростання рівня реалізованої продукції (товарів, послуг) порівняно з її виробництвом в суб'єктів малого підприємництва є менший (89,5%), що доводить їх меншу конкурентоспроможність, чим їх конкурентів – великих та середніх бізнес-структур. Адже останні мають кращі можливості залучення дієвих інструментів просування виробленої продукції (товарів, послуг), використання реклами, формування маркетингового менеджменту.

Таблиця 3. Обсяг реалізованої продукції (товарів, послуг) суб'єктів великого, середнього, малого бізнесу та мікропідприємництва, тис. грн.

Класифікація бізнес-структур за розмірами	2017р.	2018р.	2019р.	2020р.	2021р.	2021р. до 2017р., у %
Суб'єкти великого підприємництва	2929,5	3515,8	3631,4	3626,4	5140,0	175,5
Суб'єкти середнього підприємництва	3315,0	3954,0	4194,5	4384,7	5931,8	178,9
Суб'єкти малого підприємництва	2067,8	2496,9	2698,2	3051,2	3917,6	189,5
З них суб'єктів мікропідприємництва	1052,1	1292,4	1430,6	1652,0	2153,5	204,7

Джерело: Розроблено авторами

На збільшення обсягів виробленої та реалізованої продукції (товарів, послуг) вплинули не тільки позитивні зміни динаміки чисельності діючих бізнес-структур в Україні, а й кількість зайнятих працівників у суб'єктів великого, середнього і малого бізнесу та мікропідприємствах на табл. 4. Як видно із нижче поданої таблиці кількість зайнятих найбільше зросла за досліджуваний період в суб'єктів середнього підприємництва на 14,3%, що свідчить про їх найбільшу привабливість на ринку праці відносно до умов праці, середньої зарплати та окрім того суб'єкти середнього підприємництва найбільш чисельні в кожному регіоні.

Таблиця 4. Кількість зайнятих працівників у суб'єктів великого, середнього бізнесу та мікропідприємствах, осіб.

Класифікація бізнес-структур за розмірами	2017р.	2018р.	2019р.	2020р.	2021р.	2021р.до 2017р., у %
Суб'єкти великого підприємництва	1560900	1574301	1608347	1574647	1648692	105,6
Суб'єкти середнього підприємництва	2623807	2784464	3089709	3123215	2999712	114,3
Суб'єкти малого підприємництва	3956331	4173665	4319757	4233999	4287724	108,4
З них суб'єктів мікропідприємництва	2874845	3032968	3168970	3099461	3127387	108,8

Джерело: Розроблено авторами

Чисельність зайнятих працівників у суб'єктів великого бізнесу зросла на 105,6% за 5 аналізованих років, а у суб'єктів малого підприємництва та в мікропідприємствах 108,4% та 108,8% відповідно.

На конкурентоспроможність бізнес-структур, як уже згадувалось вище, істотно впливає ринкове середовище та ринкове оточення, в яких функціонують суб'єкти підприємницької діяльності та ринкові особливості. Наявні в наукових дослідженнях підходи до визначення конкурентоспроможності бізнес-структур та її підвищення не зовсім себе оправдали на практиці, зокрема в умовах мінливого зовнішнього середовища.

Важливо відзначити, що ключовим чинником підвищення конкурентоспроможності бізнес-структур є раціональне та ефективне використання власних та залучених ресурсів, тобто ресурсної концепції, формування концепції управління якістю TQM, концепції кайдзен та бенчмаркінгу. Такі концепції формують ефект від загального управління матеріальними ресурсами та нематеріальними активами, його ефективності.

Система управління TQM в бізнес-структурах спрямована на продукування якісних товарів та послуг в контексті задоволення мінливих умов ринку, зокрема попиту покупців. У даному випадку, задоволеність споживачів та різних клієнтів є пріоритетом бізнес-структур. Основними нематеріальними активами, на яких формується концепція TQM, є організаційні ресурси.

Реалізація дієвої політики забезпечення конкурентоспроможності бізнес-структур потребує розробки та впровадження організаційно-економічного механізму підвищення ефективності просування і збуту продукції на зовнішні ринки із інституційними (впровадження вітчизняних норм і стандартів до вимог ЄС), економічними (модернізація та ресурсне переоснащення, розвиток інфраструктури), соціально-екологічними (екологізація виробництва, інтелектуально-кадрове забезпечення) заходами (Yakubenko Yu, Polova N., 2023).

Концепція кайдзен передбачає в бізнес-структурах процеси безперервного вдосконалення управлінських технологій та культури ведення бізнесу. Така концепція стає можливою завдяки активній участі всіх працівників бізнес-структури у виробничих процесах та контролі результатів діяльності тої чи іншої фірми, де підвищується роль кожного працівника господарюючого суб'єкта, виявляються і використовуються специфічні компетенції всіх співробітників, що зумовлюють виникнення синергетичного ефекту. Це і забезпечить підвищення конкурентоспроможності бізнес-структур в майбутньому на основі таких організаційних змін: покращення якості продукції та послуг, зменшення витрат виробництва.

Представлені концепції орієнтовані на використання внутрішніх ресурсів бізнес-структур в контексті мінливості ринкового середовища та вимог споживачів. Концепція бенчмаркінгу орієнтована на інформацію про ринок та знання про зовнішнє середовище. Концепція бенчмаркінгу охоплює постійні процеси оцінки продукції та послуг, рівня сервісу

бізнесу, вивчення всього кращого в конкурентів та використання у веденні свого бізнесу, безперервне вдосконалення діяльності, пошук нових ідей та впровадження інновацій.

Ресурсний підхід ґрунтується на створенні та розвитку унікальних ключових компетенцій, що є основою покращення конкурентоспроможності бізнес-структур. Цей підхід передбачає створення і розвиток власних унікальних ключових компетенцій в бізнес-структурі, які не можуть бути відтворені бізнес-конкурентами. В даному випадку під ключовими компетенціями бізнес-структур розуміється їх здатність виробляти товари та послуги, що відмінні від інших виробників-конкурентів, забезпечуючи цим свою конкурентну перевагу.

Розвиток ресурсної концепції можливий в таких напрямках:

- концепція динамічних здібностей бізнес-структури, що представляють собою потенціал інтегрування як внутрішніх, так і зовнішніх компетенцій у відповідності з швидко мінливим середовищем;
- концепція інтелектуального потенціалу бізнес-структури, де знання та інтелект виступають як основний ціннісний ресурс господарюючого суб'єкта.

Наведені концепції щодо формування напрямів підвищення конкурентоспроможності бізнес-структур зумовлені ефективністю використання нематеріальних активів суб'єктів господарювання на основі набору певних інструментів, за допомогою яких відбувається покращення позицій бізнес-структур на ринку.

З огляду на доведене, з метою підвищення конкурентоспроможності бізнес-структур можна пропонувати чотири конкурентні стратегії такі, як:

"Проникнення на ринок або його захоплення", де ринок може бути ненасичений тими чи іншими товарами (послугами).

"Розвиток ринку", де передбачається представлення товарів (послуг) бізнес-структурами на нових ринках, тобто розширення їх збутових можливостей по нових сприятливих каналах збуту.

"Розвиток продукту", де передбачається бізнес-структурами збільшення обсягів продажу товарів (послуг) на основі їх покращення, асортименту та інших технічних чи технологічних характеристик.

Диверсифіковане зростання, при якій бізнес-структури продукують як нові товари (послуги), так і освоюють та просувають на нові ринки.

Враховуючи оцінку пріоритетів розвитку бізнес-структур в умовах конкурентної боротьби та в умовах Євроінтеграції, доцільно провести та окреслити шляхи підвищення конкурентоспроможності, які б були спрямовані на розвиток складників бізнесу, що формують основу стійкого розвитку. При цьому формування напрямів підвищення конкурентоспроможності бізнес-структур ґрунтується на зміні факторних показників її забезпечення, вибір яких вплине на сталість конкурентної позиції суб'єкта господарювання.

Враховуючи доведене, комплексну концепцію для бізнес-структур в умовах конкурентної боротьби та в умовах Євроінтеграції, можна визначити як загальну, а отримані результати як окремі, які можна застосовувати кожному окремому господарюючому суб'єкту. В даному випадку, при окресленні шляхів підвищення конкурентоспроможності, необхідно врахувати зв'язки між адаптивністю та інноваційністю бізнес-структури. Якщо адаптивність бізнес-структур доводить реагування їх на зміну зовнішнього середовища, то інновації ототожнюють реагування бізнесу на зміну внутрішнього середовища, освоєння нових елементів в процесі діяльності.

Враховуючи мінливі умови сьогодення, дієвим інструментом підвищення конкурентоспроможності є не лише матеріальні ресурси вітчизняних бізнес-структур, але й нематеріальні, як важливий актив суб'єктів господарювання. В зв'язку з доведеним, компетентності є найважливішою складовою конкурентоспроможності бізнес-структур, що визначає її ідентичність, відмінність її від інших бізнес-одиниць.

Креативний менеджмент є не просто додатковим атрибутом сучасного суб'єкта господарювання, а критичним чинником його конкурентоспроможності. Він не лише сприяє

інноваціям та адаптивності, але й збільшує ефективність інших ключових аспектів бізнесу, таких як технології, фінанси, логістика та маркетинг. Креативний менеджмент функціонує як сполучна ланка, яка об'єднує різні елементи організаційної структури та дозволяє їм працювати узгоджено та ефективно (Tomakh V., Kryvova S., Eaton H., 2023).

Практика свідчить, що бізнес-структури, які використовують креативний підхід у діяльності, випереджають своїх конкурентів за ключовими фінансовими показниками, успішно конкурують на ринку, створюють якісні привабливі для споживачів продукти та послуги, збільшують клієнтську базу, підвищують мотивацію та продуктивність персоналу, покращують корпоративну культуру, створюють нові бізнес-моделі, оптимізують бізнес-процеси, втілюють унікальні ідеї, створюють новації та посилюють інноваційну активність, створюють та підтримують конкурентні переваги, розробляють конкурентні стратегії тощо (Yamnenko Halyna, 2021).

Пропонована система заходів підвищення конкурентоспроможності бізнес-структур може бути реалізована через наступні інструменти: діагностика споживача продукції та послуг бізнес-структур, їх запитів як реальних споживачів, так і потенційних; моніторинг конкурентів та ринкового середовища; забезпечення формування попиту та запровадження стимулів для споживача, агентів та продавців; формування оптимальної цінової політики та рівнів цін відносно до собівартості продукції та доходів бізнес-структур; досконале управління маркетингом та комунікаціями, оцінювання ризиків та ефективність прийнятих управлінських рішень; контроль над якістю продукції та послуг; вдосконалення технологій, дизайну щодо продукції та послуг; запровадження системи сервісного обслуговування та системи контролю всіх бізнес-процесів; врахування професійних якостей та компетентностей; активізація реклами та PR-заходів, формування сприятливого іміджу.

Висновки (Conclusions)

У результаті проведеного дослідження запропоновано комплексну концепцію підвищення конкурентоспроможності бізнес-структур, що дасть можливість досягнути єдності дій всіх складових бізнес-процесів на основі гармонізації структурних та організаційних змін, врахування умов сьогодення, трансформації конкурентної політики, зміцнення конкурентного потенціалу, запровадження ефективної системи менеджменту для забезпечення конкурентоспроможності в напрямі спрямованому на клієнтоорієнтовану ціннісно-компетентісну інноваційність в контексті євроінтеграційних процесів. Визначено креативний менеджмент бізнес-структур як критичним чинником їх конкурентоспроможності. Виокремлено інструменти, за допомогою яких запропонована система заходів підвищення конкурентоспроможності бізнес-структур може бути реалізована в майбутньому.

Конфлікт інтересів (Conflicts of interest)

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Фінансування (Funding)

Це дослідження не отримало зовнішнього фінансування

Внесок авторів (Authors contribution)

Автори даної науково-дослідницької статті внесли відповідний внесок у дослідження та проведення аналізу проблем, пов'язаних із забезпеченням та підвищенням конкурентоспроможності бізнес-структур. Концептуалізація та методика, огляд літератури, проведення аналізу, запропоновані рекомендації, П.У.; огляд літератури, загальний аналіз,

висвітлення проблеми, В.С.; огляд літератури, аналітичні дані, побудова рисунків, таблиць, Д.М. та С.С. Усі автори прочитали та погодились з опублікованою версією рукопису».

Література (References)

- Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. URL: <https://ukrstat.gov.ua/>
- Jean Sébastien, Perrot Anne, Philippon Thomas. (2019). Competition and trade: Which policies for Europe? *Notes du conseil d'analyse économique*. №51, p. 1-12. <https://doi.org/10.3917/ncae.051.0001>
- Kotyk D.Yu., Zhyhalkevych Zh.M. (2020). Orhanizatsiino-ekonomichni metody zabezpechennia konkurentospromozhnosti pidpriemstv. *Aktualni problemy ekonomiky ta upravlinnia*. № 14. URL:file:///C:/Users/acer/Downloads/192863%D0%A2%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%82%D1%96-429760-1-10-20200124%20(3).pdf
- Kremer M., Rao G., & Schilbach F. (2018). *Behavioral development economics*. Harvard University. <https://doi.org/10.1016/bs.hesbe.2018.12.002>
- Pavliuk T., Noda V. (2020). Analysis of competitiveness and competitive advantages in today's market conditions. *Management and Entrepreneurship: trends of Development*. 2(12). 91-104. <https://doi.org/10.26661/2522-1566/2020-2/12-07>
- Shchupakivskiy R. (2022). Bazysni polozhennia formuvannia systemy konkurentospromozhnosti natsionalnoi ekonomiky. *Modeling the development of the economic systems*. (4), 166–171. <https://doi.org/10.31891/mdes/2022-6-22>
- Tarasiuk H.M., Chahaida A.O., Petrovska I.O., Sokolovska I.O. (2021). Instrumenty zabezpechennia konkurentospromozhnosti sanatorno-kurortnykh zakladiv hostynnosti v Ukraini. *Ekonomika ta derzhava*. № 3. 51–57. <https://doi.org/10.32702/2306-6806.2021.3.51>
- Tomakh V., Kryvova S., Eaton H. (2023). Kreatyvnyi menedzhment yak chynnyk konkurentospromozhnosti pidpriemstva. *Ekonomika ta suspilstvo*, (54). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-54-30>
- Vasylchak S.V., Petrynyak U.Ya., Dubyna M.P., Solovii S.B. (2022). Marketing tools for ensuring the competitiveness of business structures in the conditions of EU integration. *Zb. nauk. prats "Formuvannia rynkovykh vidnosyn v Ukraini"*. Kyiv. № 12 (259). S. 5 – 12. URL: http://dndiime.org/wp-content/uploads/2023/03/12_2022.pdf
- Vasylytsiv T., Zaichenko V., Lupak R. (2023). Stratehichno-taktychni zasady planuvannia zmitsnennia konkurentospromozhnosti pidpriemstva hotelno-restoranoi spravy. *Development Service Industry Management*, (1), 13–19. [https://doi.org/10.31891/dsim-2023-1\(2\)](https://doi.org/10.31891/dsim-2023-1(2)).
- Yakubenko Yu, Polova N. (2023). Instrumentarii pidvyshchennia konkurentospromozhnosti pidpriemstv zasobamy marketynhovoykh komunikatsii. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Ekonomichni nauky*. №1 (314). 266-272. <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2023-314-1-40>
- Yamnenko Halyna. (2021). Kreatyvnist yak umova pidvyshchennia konkurentospromozhnosti pidpriemstva. *Traektorîa Nauki = Path of Science*. Vol. 7. No 2. <https://doi.org/10.22178/pos.67-5>



Vol. 1 No. 2 (2023)

Available since: 2023

Published: 2 times a year

Founders: State University of Economics and Technology

ISSN: 3041-1246

E-mail: ete@duet.edu.ua Journal homepage: <https://ete.org.ua>

JEL: G220; G300; G140; G010

DOI: 10.62911/ete.2023.01.02.03

Business performance management of domestic insurance companies in military conflict


Citation:

Suprun, N., Petrishyna, T., Smyrna, O. Sadovenko, M. & Yatsenko, N. (2023). Business performance management of domestic insurance companies in military conflict. Scientific and practical journal "Economics and technical engineering", 1(2), 33–47. <https://doi.org/10.62911/ete.2023.01.02.03>

Nataliia Suprun

PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: suprun_nv@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0001-5805-6339

Tetiana Petrishyna

Assoc. Prof., PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: petrishyna_to@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0002-7772-5793

Olha Smyrna

PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: smyrna_ov@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0001-9463-0991

Maryna Sadovenko

Assoc. Prof., PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: sadovenko_mm@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0002-3599-8339

Nataliia Yatsenko

Master's student, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: natalya.yatsenko77@gmail.com

Abstract. The article examines the factors contributing to the efficiency of participants in Ukraine's insurance market amidst the backdrop of war. Differences in the functioning of banking and insurance systems during wartime are examined. The paper identifies the key factors that impede the operations of Ukrainian insurers and directly impact their effectiveness. It is noted that issues stemming from the war have led to a reduction in the number of market participants, and this trend continues. The analysis showed that the majority of leading insurance companies in the Ukrainian insurance market managed to overcome the initial adverse effects of the war and reestablish profitable operations by the end of 2022. The experience gained during the COVID-19 pandemic aided insurers in maintaining control and preserving their client base in unoccupied territories. Calculations based on reported data from well-known insurance companies indicate that acceptable return on equity indicators were achieved by the end of 2022, primarily due to the use of financial leverage (considering the specific nature of insurance). However, the high level of inflation in the country during 2022 hindered insurers from attaining a satisfactory rate of return on their assets, thus constraining their overall effectiveness. Stabilization and gradual market growth in 2023, coupled with official forecasts of reduced inflation in 2024-2025, provide grounds for optimism regarding the attainment of the necessary operational and financial efficiency in the upcoming years. The research demonstrates the efficacy of anti-crisis measures while also shedding light on their limitations in terms of future success. To achieve strategic transformations and ensure effective long-term operation, enterprises must increase capitalization through external investments, develop and implement new insurance services aligned with contemporary needs, design, deepen, and execute digital transformation programs for the insurance sector, refine investment policies, and collaborate with industry associations to work towards the elimination of discriminatory tax legislation.

Keywords: performance management, insurance premiums, insurance reserves, reinsurance, capitalization, profitability, assets, equity, financial leverage, tax reform

Received: 10/09/2023

Accepted: 15/11/2023




JEL: G220; G300; G140; G010

Business performance management of domestic insurance companies in military conflict

Nataliia Suprun

PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: suprun_nv@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0001-5805-6339

Tetiana Petrishyna

Assoc. Prof., PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: petrishina_to@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0002-7772-5793

Olha Smyrna

PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: smyrna_ov@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0001-9463-0991

Maryna Sadovenko

Assoc. Prof., PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: sadovenko_mm@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0002-3599-8339

Nataliia Yatsenko

Master's student, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: natalya.yatsenko77@gmail.com

Abstract. The article examines the factors contributing to the efficiency of participants in Ukraine's insurance market amidst the backdrop of war. Differences in the functioning of banking and insurance systems during wartime are examined. The paper identifies the key factors that impede the operations of Ukrainian insurers and directly impact their effectiveness. It is noted that issues stemming from the war have led to a reduction in the number of market participants, and this trend continues. The analysis showed that the majority of leading insurance companies in the Ukrainian insurance market managed to overcome the initial adverse effects of the war and reestablish profitable operations by the end of 2022. The experience gained during the COVID-19 pandemic aided insurers in maintaining control and preserving their client base in unoccupied territories. Calculations based on reported data from well-known insurance companies indicate that acceptable return on equity indicators were achieved by the end of 2022, primarily due to the use of financial leverage (considering the specific nature of insurance). However, the high level of inflation in the country during 2022 hindered insurers from attaining a satisfactory rate of return on their assets, thus constraining their overall effectiveness. Stabilization and gradual market growth in 2023, coupled with official forecasts of reduced inflation in 2024-2025, provide grounds for optimism regarding the attainment of the necessary operational and financial efficiency in the upcoming years. The research demonstrates the efficacy of anti-crisis measures while also shedding light on their limitations in terms of future success. To achieve strategic transformations and ensure effective long-term operation, enterprises must increase capitalization through external investments, develop and implement new insurance services aligned with contemporary needs, design, deepen, and execute digital transformation programs for the insurance sector, refine investment policies, and collaborate with industry associations to work towards the elimination of discriminatory tax legislation.


Keywords: performance management, insurance premiums, insurance reserves, reinsurance, capitalization, profitability, assets, equity, financial leverage, tax reform.

Управління ефективністю діяльності вітчизняних страхових компаній в умовах військового стану

Наталія Супрун

к. е. н., Державний університет економіки і технологій, Кривий Ріг, Україна


e-mail: suprun_nv@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0001-5805-6339

Тетяна Петрішина

к. е. н., доцент, Державний університет економіки і технологій, Кривий Ріг, Україна

e-mail: petrishina_to@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0002-7772-5793

Ольга Смирна

к. е. н., Державний університет економіки і технологій, Кривий Ріг, Україна


e-mail: smyrna_ov@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0001-9463-0991

Марина Садовенко

к. е. н., доцент, Державний університет економіки і технологій, Кривий Ріг, Україна

e-mail: sadovenko_mm@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0002-3599-8339

Наталія Яценко

студентка магістратури, Державний університет економіки і технологій, Кривий Ріг, Україна

e-mail: natalya.yatsenko77@gmail.com

Анотація. У статті аналізуються фактори забезпечення ефективності діяльності учасників страхового ринку України під час війни. Розглянуто відмінності функціонування під час війни банківської і страхової систем. У статті визначено основні чинники, які перешкоджають роботі українських страховиків та впливають на ефективність їх діяльності. Констатовано, що проблеми, викликані війною, призвели до зменшення кількості учасників ринку. Проведений аналіз показав, що більшість страхових компаній, які належать до лідерів страхового ринку України, змогли впоратися з першими негативними проявами спричиненими війною і налагодити прибуткову діяльність вже за результатами 2022 року. Досвід роботи, отриманий під час пандемії COVID-19, допоміг страховикам утримати ситуацію під контролем і у значній мірі зберегти клієнтську базу на неокупованих територіях. Проведені обчислення показали, що за підсумками 2022 року досягнуто прийнятні показники рентабельності власного капіталу за рахунок використання ефекту фінансового левереджу. Високий рівень інфляції в країні у 2022 році не дав можливості страховикам вийти на достатній показник рентабельності активів, отже, їх ефективність має обмежений формат. Стабілізація і поступове зростання ринку у 2023 році разом з офіційними прогнозами щодо зменшення інфляції у 2024-2025 роках дозволяє робити припущення щодо досягнення необхідної операційної і фінансової ефективності у найближчі роки. Проведене дослідження показало ефективність проведених антикризових заходів, але і їх обмеженість щодо отримання успіху у майбутньому. Для досягнення стратегічних змін і ефективної роботи страховикам необхідно вживати ряд заходів, пов'язаних з розробкою та впровадженням нових актуальні на сьогодні страхових послуг; програм цифрової трансформації страхового бізнесу.

Ключові слова: управління ефективністю, страхові премії, страхові резерви, перестраховування, капіталізація, рентабельність; активи, власний капітал, фінансовий леверидж, податкове навантаження.

Вступ (Introduction)

24 лютого 2022 року росія почала нічим не виправдану, надзвичайно жорстоку війну проти України. Із 24 лютого 2022 року в Україні було запроваджено воєнний стан і загальну мобілізацію на 90 днів, які з того моменту були продовжені вже 6 разів. Широкомасштабна війна призвела до надзвичайних людських втрат і завдала серйозних збитків економіці країни. Постраждали усі галузі, але секторально глибина втрат була різною. У фінансовому секторі економіки найбільше постраждав страховий ринок. В умовах різкого падіння попиту на страхові послуги страховики опинилися у ситуації, коли функціонування компанії залежить від максимально ефективного використання усіх наявних у компанії ресурсів. Страхові компанії є фінансовими установами, які формують страховий захист шляхом перерозподілу грошових потоків. Специфіка їх діяльності і її вплив на грошові потоки широко досліджені і описані у спеціальній літературі. У ХХІ сторіччі страховий бізнес переживає трансформацію, що супроводжується появою нових страхових послуг, удосконаленням каналів їх реалізації, формуванням послуг відділеного доступу. Діяльність страхових компаній в умовах війни, налагодження ефективної роботи страхового бізнесу з врахуванням катастрофічного падіння у реальній економіці потребує дослідження з використанням практичних даних найбільш активних учасників ринку. Ті страхові компанії, які здатні ефективно працювати в умовах військового стану, безумовно будуть лідерами страхового ринку і у повоєнний час, а використані ними методи антикризового фінансового управління та управління ефективністю тривалий час будуть актуальними для вивчення і поширення.

Матеріали та методи (Materials and Methods)

При написанні статті використовувалися матеріали з відкритих джерел, зокрема, офіційного сайту Національного банку України та електронного видання Forinsurer, що на постійній основі формує рейтингові оцінки учасників страхового ринку. Теорія дослідження побудована на традиційних постулатах фінансового менеджменту з врахуванням специфіки страхового бізнесу. Для аналізу проблеми, формування власного бачення ситуації використовувалися загальнонаукові методи пізнання: системного підходу при дослідженні сутності і складових процесу управління ефективністю страхових компаній; порівняння, групування, аналізу і синтезу при дослідженні факторів, що впливали на ефективність діяльності страховиків під час широкомасштабного військового вторгнення; логічного узагальнення під час формування висновків про ефективну діяльність страховиків у подальших періодах.

Результати (Results)

Фінансово-економічна система України функціонує у стресових умовах від початку війни і до сьогодні. При цьому падіння основних фінансових показників спостерігається практично в усіх галузях, але є суттєві відмінності залежно власне від видів економічної діяльності. У фінансовому секторі найкраще витримав кризу банківський сектор. За даними НБУ, у 2022 році платоспроможні банки отримали 24,7 млрд. грн. чистого прибутку проти 77,4 млрд. грн. у 2021 році. Рентабельність капіталу сектору становила 10,9% порівняно з 35,1% рік тому (The banking sector, 2022).

Є дві основні причини, що забезпечили прибуткову роботу банківського сектору під час війни. Перша (об'єктивна) – попит на банківські послуги є достатньо нееластичним. Суб'єкти підприємництва, організації та установи мають тримати гроші на банківських рахунках відповідно до законодавства. Громадяни усе більше використовують розрахунково-платіжні банківські сервіси. Це дає можливість отримувати дохід від банківської комісії навіть під час найбільшої за усі роки незалежності системної кризи економіки, що компенсує банкам

зменшення кредитної активності. Друга причина є суб'єктивною. З 2008 року економіка України неодноразово опинялася у кризовому стані, що позначалося і на банківській системі. Удосконалювався банківський антикризовий менеджмент і методи нагляду та регулювання. На момент початку широкомасштабного вторгнення на ринку залишалися платоспроможні банки з відпрацьованими системами антикризового фінансового управління, що дотримувалися високих планок нормативів платоспроможності і достатності капіталу. Ліквідність банківської системи після банківської кризи 2014-2016 років на момент вторгнення також була високою. У 2022 році з ринку пішли усього 4 банки, в той час як у 2014-2016 роках – 82.

Зовсім іншою була ситуація у страховому секторі. Попит на страхові послуги за окремими винятками (страхування цивільно-правової відповідальності власників наземних транспортних засобів) є надзвичайно еластичним. При погіршенні платоспроможності юридичні і фізичні особи схильні зменшити витрати на страхування або взагалі відмовитися від страхових послуг.

За даними НБУ, у 2022 році обсяги премій зі страхування життя зменшилися на 17%, а ризикового страхування – на 21%. Певна стабілізація у сегменті страхування життя мала місце у останньому кварталі 2022 року (зростання валових страхових премій на 9%), а у сегменті ризикового страхування продовжувалося падіння (зменшення валових страхових премій на 8%). За 2022 рік з ринку пішла 1 компанія зі страхування життя та 26 ризикових страхових компаній (Overview of the non-banking financial sector, 2022).

Під час другого року війни страховий ринок України почав відновлюватися повільними темпами. Страхові премії за ризиковим страхуванням склали 8,9 млрд. грн., що більше ніж у I кварталі 2022 року на 7,2%. Але цей показник все ще нижче ніж у довоєнному I кварталі 2021 року (-16,1%). Відновлення не має під собою якісної основи, оскільки зростання показали традиційні види страхування: КАСКО (+ 365 млн. грн.), ОСЦПВ (+ 320 млн. грн.) та Зелена картка (+ 301 млн. грн.). Разом з ДМС на ці види страхування у першому кварталі припадало 79,4% ринку. Таке зростання здебільшого має під собою інфляційну основу. Зараз немає підстав сподіватися на якісне відновлення ринку. За підсумками першого півріччя 2023 року, ситуація дещо покращилася. Надходження страхових премій збільшилися з 17,8 млрд. грн. до 21,36 млрд. грн. (практично на 20%).

З 2008 року страхові компанії перебувають у стадії перманентної кризи. До 2008 року (з початку 2000-х років) страховий ринок переживав часи піднесення. На ринок вийшли іноземні стратегічні інвестори Aegon, AXA, UNIQA, PZU інші. Були інвестори і з російської федерації, які зайняли значну нішу на ринку (Альфа, ИНГО, Росгосстрах). З відомих причин росіяни більше не присутні на українському страховому ринку.

В 2000-х роках інвестори фактично боролися за присутність та експансію на українському страховому ринку, оскільки вважали його дуже перспективним. Поширеною була схема – придбання української страхової компанії, ребрендинг, інвестування коштів у розвиток. При цьому питання ефективності відходило на другий план. Головним у конкурентній боротьбі було збільшення присутності в усіх регіонах країни, а КРІ вимірювалося кількістю філій і представництв. Загальна кількість страховиків того періоду перевищувала 450 – страховий бізнес вважався дуже інвестиційно привабливим.

Вперше питання ефективності було порушене після початку фінансової кризи у 2008-2009 роках. Інвестиції у розвиток припинилися миттєво. Після 2008 року на ринку не було емісії простих акцій.

Проблеми забезпечення ефективної діяльності страхових компаній проявлялися під час глобальної фінансової кризи, початку війни росії проти України у 2014 році, упродовж пандемії COVID-19, і зараз – під час справжньої широкомасштабної війни. Найбільше страховий ринок постраждав у 2014-2016 роках. Страхові компанії, які отримали досвід антикризового фінансового управління у ті часи, краще перенесли кризу пов'язану з пандемією COVID-19 та широкомасштабним вторгненням росії до України у 2022 році. Через кризові прояви триває процес зменшення кількості страхових компаній (табл. 1).

Таблиця 1. Кількість страхових компаній у 2017-2022 роки

Кількість страхових компаній	Станом на 31.12.2017	Станом на 31.12.2018	Станом на 31.12.2019	Станом на 31.12.2020	Станом на 31.12.2021	Станом на 31.12.2022
Загальна кількість	294	281	233	210	155	128
в т. ч. СК «non-life»	261	251	210	190	142	116
в т. ч. СК «life»	33	30	23	20	13	12

Джерело: сформовано авторами за даними Національного банку України

Так, у 2022 році кількість страховиків зменшилася на 27 компаній (26 ризикових компаній і 1 компанія зі страхування життя). У 2023 році процес зменшення кількості страхових компаній тривав. На кінець серпня 2023 року на ринку залишилося 109 страхових компаній, з яких 99 компаній у секторі ризикового страхування, і 11 компаній зі страхування життя. Національним банком України у першому півріччі 2023 року з держреєстру було виключено 13 страхових компаній, у т. ч. 7 страховиків у 2 кварталі 2023 року (The insurance market of Ukraine, 2023). Лише у першій половині вересня 2023 року припинили свою діяльність три страхові компанії. Процес зменшення кількості страхових компаній напевне триватиме і надалі, оскільки дрібні страхові компанії не можуть забезпечити ані належного рівня платоспроможності діяльності, ані її ефективності.

Окрім надзвичайно еластичного попиту на страхові послуги є ще ряд факторів, якими можна пояснити такі суттєві втрати на страховому ринку. В Україні фінансовий ринок є надзвичайно неструктурованим і фактично монополізований банками. На кінець 2022 року в Україні налічувалося 2076 фінансових установ, з яких 71 комерційні банки. Але на банки приходиться до 97% фінансових послуг за обсягами. Отже, практично не працюють інвестиційні компанії, венчурне фінансування, інші фондові установи і компанії зі страхування життя. Усі вільні грошові потоки стікаються до банків. Громадяни і бізнес не мають інших альтернатив, окрім накопичувати гроші у банках. Страхові компанії не мають можливостей сформувати збалансований інвестиційний портфель (зараз у них є два напрямки інвестування – банківські депозити і державні цінні папери) або отримати доходність від інвестицій вищу за ставку банківських депозитів. Особливо сильно це б'є по компаніям зі страхування життя.

Послуга накопичувального страхування життя має спільний з банківським депозитом елемент – інвестиційний відсоток. Для залучення клієнтів компаніям зі страхування життя необхідно пропонувати відсоток принаймні наближений до банківського. Для цього необхідно мати можливість інвестувати у фінансові активи, які дають більший відсоток, ніж ставка за банківським депозитом. Такими активами є акції та корпоративні облігації, але цей сегмент ринку цінних паперів в Україні практично відсутній. Відсутність механізму гарантованого повернення коштів на кшталт фонду страхування банківських депозитів фізичних осіб доповнює неприглядну картину.

Першу половину 2022 року страхові компанії отримали справжній шок пов'язаний з різким зменшенням кількості клієнтів. Бізнес згортався, часто був зруйнований або повністю знищений, люди втрачали роботу та майно, а часто життя та здоров'я. В таких умовах чітко проявилися лідерські позиції та якість антикризового менеджменту страховиків. Абсолютна більшість лідерів страхового ринку закінчили 2022 рік з прибутком, що на початку широкомасштабних військових дій здавалося нереальним (табл. 2).

Таблиця 2. Обчислення ефективності діяльності лідерів страхового ринку України у 2022 році за усім вкладеним капіталом, тис. грн.

№	Страхова компанія	Прибуток, тис. грн.	Активи, тис. грн.	Чисті страхові премії, тис. грн.	Рентабельність активів, (ряд.3 / ряд.4 x 100), %	Оборотність активів (ряд.5 / ряд.4), %
1	2	3	4	5	6	7
1	ПрАТ СК «АРХ»	537378	4878254	2 669103	11,02	0,55
2	ПрАТ СК «Уніка»	372736	4185609	2357183	8,91	0,56
3	ПрАТ СК «ІНГО Україна»	159056	3312483	1536064	4,80	0,46
4	ПрАТ СГ «ТАС»	303239	3028648	2342899	10,01	0,77
5	ПрАТ СК «ПЗУ Україна»	118119	2374376	1172345	4,97	0,49

Джерело: сформовано та обчислено авторами за даними Рейтингу страхових компаній України, 2022

Зазвичай рентабельність активів страхових компаній порівнюють з рівнем інфляції. Цільова інфляція, затверджена Національним банком України у доковідний і довоєнний періоди, дорівнювала 5%. Звісно досягти такого рівня інфляції в умовах війни неможливо. Рівень інфляції в Україні в 2019-2021 роках дорівнював: 2019 – 4,1%; 2020 – 5,0%; 2021 – 10,0%. Через повномасштабне військове вторгнення відбулося швидке зростання цін, адже усі країни під час війни вдаються до прискорення темпів емісії грошей. Офіційний рівень інфляції у 2022 році склав 26,6% і такого показника рентабельності активів не мала жодна страхова компанія. Якщо порівнювати з цільовим значенням, то компанії мали середній рівень ефективності, а деякі – ПрАТ СК «АХА», ПрАТ СК «Уніка» та ПрАТ СГ «ТАС» навіть високий (удвічі вищий за таргет НБУ). За прогнозами Національного банку України, у 2023 році інфляція сповільниться до 14,8%, а реальний ВВП зросте на 2% (Inflation Report, 2022). Зважаючи на сьогоднішні звітні дані страховиків, існує дуже незначна ймовірність того, що навіть найкращі компанії отримають рентабельність активів вищу за рівень інфляції. На 2024-2025 роки Національний банк України прогнозує подальше зменшення рівня інфляції. Отже, за інших рівних умов, ефективність діяльності страховиків обчислена за активами зростатиме.

Показник оборотності активів має традиційно низьке значення у переважній більшості страховиків. У жодного з лідерів ринку і у довоєнний період даний показник був меншим за одиницю. У багатьох він не перевищував позначку 0,5. По суті це говорить про те, що компанії отримують недостатньо страхових премій на обсяг контрольованих ними активів.

За інтегральним показником ефективності Дюпона, рентабельність власного капіталу ROE, може бути представлена:

$$ROE = ROS \times Koa \times LR, (1)$$

де:

ROE (Return On Equity) – рентабельність власного капіталу;

ROS (Return On Sales) – рентабельність продаж;

Koa – коефіцієнт оборотності активів;

LR (Leverage ratio) – коефіцієнт капіталізації активів (коефіцієнт фінансового важелю).

Виходячи з факторів і з врахуванням специфіки страхового бізнесу, шляхами збільшення

рентабельності власного капіталу є:

- збільшення обсягів надходження чистих страхових премій (NIP);
- зростання суми страхових резервів (IR), що є похідним значенням від NIP;
- збільшення складової чистого прибутку (NP), що пов'язана безпосередньо зі страховою діяльністю (ROS – рентабельність продаж).

Проведення аналізу страхових портфелів найбільш відомих в Україні страхових компаній показує, що вони конкурують у автострахованні, намагаються просувати добровільне медичне страхування і акцентують маркетингові зусилля на клієнтах - фізичних особах. Дотримання достатньо простих бізнес-стратегій забезпечило страховикам можливість під час найбільшої в історії України кризи 2022 року показати високий рівень ефективності діяльності з позицій власників (табл. 3).

Таблиця 3. Обчислення ефективності діяльності лідерів страхового ринку України у 2022 році з позиції власників, тис. грн.

№	Страхова компанія	Прибуток, тис. грн.	Власний капітал, тис. грн.	Рентабельність власного капіталу, (ряд.3 / ряд.4 x 100), %
1	2	3	4	6
1	ПрАТ СК «ARX»	537378	1692150	31,76
2	ПрАТ СК «Уніка»	372736	1212252	30,75
3	ПрАТ СК «ІНГО Україна»	159056	958 219	16,60
4	ПрАТ СГ «ТАС»	303239	869689	34,87
5	ПрАТ СК «ПЗУ Україна»	118119	853 817	13,83

Джерело: сформовано та обчислено авторами за даними Рейтингу страхових компаній України, 2022

Традиційно рентабельність власного капіталу (ROE) порівнюють зі ставками банківських депозитів або ставками на ринку державних цінних паперів (в Україні у 2022 році – 12-16%). Більшість лідерів ринку мали рентабельність власного капіталу вищу за реальні відсоткові ставки. В цілому це вказує на потенційну інвестиційну привабливість страхового бізнесу і високу якість антикризового менеджменту страхових компаній.

Аналіз рентабельності активів і власного капіталу показує, що на сьогодні має ситуація обмеженої ефективності. Страхові компанії здатні працювати ефективно в умовах військового стану з позиції засновників (акціонерів), але не здатні досягти рівня ефективності відносно темпів зростання цін. Поки таке співвідношення залишатиметься не можна казати про досягнення необхідної для формування інвестиційної привабливості страхового бізнесу ефективності.

Якщо у 2023-2024 роках справдяться прогнози щодо зменшення інфляції, то провідні страховики вийдуть на показники рентабельності власного капіталу і активів, які забезпечать інвестиційну привабливість.

Сукупна ефективність діяльності страхових компаній складається з операційної та фінансової (інвестиційної) складових. При цьому для ризикових компаній домінуючою є перша складова, а для компаній зі страхування життя – друга. Рентабельність основної діяльності компаній, які здійснюють страхування інше, ніж страхування життя, часто перевищує 50%, але у процесі подальшої діяльності значна частка ефективності втрачається. Рентабельність активів страховиків і в докризовому періоді часто не перевищувала рівня інфляції, що доводить цю тезу.

Проблемою українських страхових компаній є низька капіталізація (Suprun, A.A., Suprun, N.V., Petrishyna, T.O., 2023). Виходячи з формули (1), зростання ефективності буде також досягатися за рахунок у тому числі і зменшення власного капіталу. Але цим шляхом жодна

українська компанія йти не може, оскільки розмір власного капіталу у абсолютно усіх страховиків України є незначним (табл. 4).

Таблиця 4. Розмір власного капіталу лідерів страхового ринку України у 2022-2023 роках

№	Страхова компанія	Власний капітал, тис. грн. (I півріччя 2023 року), тис. грн.	Власний капітал (2022 рік), тис. грн.	Темп росту власного капіталу, (ряд.3 / ряд.4 x 100), %	Власний капітал, тис. євро, 2023 рік*, тис. грн.
1	2	3	4	6	
1	ПрАТ СК «ARX»	2003616	1692150	118,4	41121,5
2	ПрАТ СК «Уніка»	1508068	1212252	124,4	29459,3
3	ПрАТ СК «ІНГО Україна»	1110335	958219	115,9	23286,0
4	ПрАТ СГ «ТАС»	838034	869689	96,4	21134,6
5	ПрАТ СК «ПЗУ Україна»	986314	853817	115,5	20748,9

*Курс гривні до євро станом на 09.09.2023 р.

Джерело: сформовано та обчислено авторами за даними Рейтингу страхових компаній України, 2022

За європейськими мірками капіталізація навіть найбільших українських страховиків є дуже низькою і усі без винятку компанії є дрібними. Жодна з українських страхових компаній не має власного капіталу, що в еквіваленті перевищував би позначку у 50 млн. євро.

Зростання власного капіталу в умовах військового стану і стагнуючого страхового ринку вказує на ефективність фінансової діяльності страховика, якщо таке зростання обумовлене реінвестуванням отриманого прибутку. В умовах чітко вираженого небажання власників емітувати акції і збільшувати капітал за рахунок зовнішніх впливів єдиним реальним джерелом фінансування є отриманий прибуток. Деякі українські компанії для виконання нормативу фактичної платоспроможності в умовах збиткової діяльності збільшували власний капітал за рахунок проведення дооцінки активів або власних акцій. В таких випадках йдеться про фіктивну капіталізацію, оскільки компанія не отримує реальних фінансових ресурсів для розвитку.

Фінансову ефективність забезпечує фактор фінансового важелю LR, який для страхового бізнесу може бути представлений у форматі:

$$LR = (E + IR) \div E, (2)$$

де:

E (Equity) – власний капітал;

IR (Insurance Reserve) – страхові резерви, які можуть виступати в якості інвестиційного потенціалу, наприклад, резерви незароблених премій у ризиковому страхуванні та математичні резерви у страхуванні життя.

На стабільно працюючому страховому ринку основним джерелом фінансування діяльності страховика виступають саме зазначені типи страхових резервів. Короткострокові резерви (резерви збитків або належних виплат) не мають враховуватися при обчисленні фінансового важелю. Це гроші, які планується виплатити клієнтам і вони не можуть виступати як джерело фінансування інвестицій. За цим же принципом при обчисленні фінансового

важело не враховуються інші поточні зобов'язання страховика. Компанії, які здійснюють страхування інше, ніж страхування життя, фактично не платять за використання коштів страхових резервів. Обмеженням є потреба у ліквідності. Страхові виплати ризикових компаній часто є нестабільними, договори страхування укладають на короткий термін. Інвестиції здійснюються у високоліквідні активи з порівняно невеликими ставками інвестиційного доходу. Компанії зі страхування життя використовують довгострокові математичні резерви як платний ресурс, адже отриманий інвестиційний дохід розподіляється у пропорції 85/15 відсотків на користь страхувальника. Натомість такі компанії мають можливість інвестувати гроші у довгострокові фінансові активи, що забезпечують більш високу ставку інвестиційної доходності. Обчислення фактору (рівня) фінансового важелю має вигляд (табл. 5).

Таблиця 5. Обчислення фінансового важелю у діяльності лідерів страхового ринку України у другому півріччі 2023 року

№	Страхова компанія	Власний капітал, перше півріччя 2023 року, тис. грн.	Страхові резерви, перше півріччя 2023 року, тис. грн.	Фінансовий важіль (LR), (ряд.3 + ряд.4) / ряд.4)
1	2	3	4	6
1	ПрАТ СК «ARX»	2003616	2569275	2,28
2	ПрАТ СК «Уніка»	1508068	2377867	2,58
3	ПрАТ СК «ІНГО Україна»	1110335	1636363	2,47
4	ПрАТ СГ «ТАС»	838034	2032116	3,42
5	ПрАТ СК «ПЗУ Україна»	986314	1211137	2,23

Джерело: сформовано та обчислено авторами за даними Рейтингу страхових компаній України, 2022

Рівень фінансового важелю у страховому бізнесі є дуже високим. В розвинених країнах світу це є одна з головних обставин, що характеризують інвестиційну привабливість страхування. Перед менеджментом українських страховиків з позицій фінансової ефективності постає задача забезпечити одночасне збільшення і власного капіталу (цього вимагає потреба у забезпеченні фінансової стійкості), і страхових резервів (забезпечення зростання ефективності завдяки ефекту фінансового важелю). При цьому для максимізації фінансового ефекту за темпами страхові резерви мають зростати швидше за власний капітал.

Зростання фінансового важелю дає суттєвий економічний ефект, але при цьому зростає і фінансовий ризик. Власний капітал виконує багато функцій, серед яких є і формування буферу безпеки. У випадку неправильно проведених фінансових, актуарних обчислень, виникнення форс-мажорних обставин (як от початок війни в Україні) непередбачені збитки мають покриватися за рахунок коштів власного капіталу. Саме через це для забезпечення фінансової ефективності процеси збільшення страхових резервів і капіталу страховика мають йти паралельно. Загальний принцип фінансового менеджменту є таким – зростання зобов'язань має супроводжуватися зростанням власного капіталу. З врахуванням специфіки діяльності страховика перефразуємо – зростання страхових резервів має супроводжуватися зростанням власного капіталу. Дотримання принципу забезпечує синергетичний ефект – одночасне зростання ефективності діяльності і фінансової стійкості.

Якщо власний капітал зростає за рахунок реальних фінансових ресурсів (реінвестування прибутку та/або емісії акцій), то виникає і додатковий економічний ефект у вигляді інвестиційного доходу на вкладення, які здійснені за рахунок власного капіталу. Це також необхідно враховувати при оцінці фактору фінансової (інвестиційної) складової ефективності діяльності страховика.

Отже, головним кроком щодо збільшення ефективності є збільшення надходження страхових премій. Інші фактори є похідними або другорядними.

Засновник фінансового обліку корпорацій, американський вчений Велш Глен А. (1999), визначив фінансовий леверидж (важіль) як «різницю між коефіцієнтом віддачі на акціонерний капітал і коефіцієнтом віддачі на активи у цілому». Такий чіткий і лаконічний підхід дає нам інструмент для вимірювання ефекту фінансового важелю як різниці між рентабельністю власного капіталу і рентабельністю активів (табл. 6).

Таблиця 6. Обчислення ефекту фінансового важелю у діяльності лідерів страхового ринку України у 2022 році

№	Страхова компанія	Рентабельність власного капіталу, %	Прибуток, тис. грн.	Активи, тис. грн.	Рентабельність активів, % (ряд.4 / ряд.5 x 100), %	Ефект фінансового важелю (ряд.3 - ряд.6), %
1	2	3	4	5	6	7
1	ПрАТ СК «ARX»	31,76	537378	4818633	11,15	20,61
2	ПрАТ СК «Уніка»	30,75	372736	3934769	9,47	21,28
3	ПрАТ СК «ІНГО Україна»	16,60	159056	3056293	5,20	11,40
4	ПрАТ СГ «ТАС»	34,87	303239	2955864	10,26	24,61
5	ПрАТ СК «ПЗУ Україна»	13,83	118119	2425106	4,87	8,96

Джерело: сформовано та обчислено авторами за даними Рейтингу страхових компаній України, 2022

Збільшення надходження страхових премій у суттєвих обсягах є неможливим без зміни бізнес-моделей. Компанії мають розробляти і впроваджувати нові страхові послуги, оскільки саме від збільшення надходження страхових премій залежать усі інші фактори ефективності діяльності страховика (Osadets, S. S, 2011). Необхідно удосконалювати канали реалізації страхових послуг, оскільки від цього залежить розмір операційних витрат. Найбільші витрати, пов'язані з реалізацією страхових послуг, у значній мірі підлягають діджиталізації. Ресурс зменшення внутрішніх витрат також не є вичерпаним, і тут є можливості для оптимізації бек-офісу за допомогою цифрових технологій.

Окрім війни і пов'язаних з нею економічних негараздів, є і інші причини того, що отримувані страхові премії не відповідають контрольованим активам страховиків. В останні десятиріччя понад третини надходження страхових премій страховим компаніям забезпечувало автостраховання. Під час війни його частка у страхових портфелях зросла (найбільші темпи зростання показала «Зелена картка» через виїзд українців за кордон на власному автотранспорті). В останні 5 років зростали обсяги добровільного медичного страхування, але пропозиція цього страхування відставала від попиту. Програми добровільного медичного страхування не відповідають потребам ринку (диспропорції між покриттям витрат на стаціонар або амбулаторію, завищені тарифи, відсутність якісних медичних послуг у покритті і комунікацій між страховиками та сімейними лікарями).

Основним фактором впливу на ефективність діяльності страховика є забезпечення постійного зростання надходження страхових премій. Страхові премії є первинним фінансовим ресурсом страховика і від їх розміру залежить і розмір страхових резервів, і,

відповідно, інвестиційний дохід (Tkachenko, N.V., 2009). Є ще фактори впливу на ефективність, які можна розглядати як тактичні і антикризові. У 2022 році таким фактором стало зменшення рівня перестраховування (табл. 7).

Таблиця 7. Обчислення рівня перестраховування компаній - лідерів страхового ринку України у 2022 році, тис. грн.

№	Страхова компанія	Перестрахові премії, тис. грн.	Валові страхові премії, тис. грн.	Рівень перестраховування (ряд.3 / ряд.4 x 100), %
1	2	3	4	5
1	ПрАТ СК «АРХ»	94797	2763900	3,43
2	ПрАТ СК «ПЗУ Україна»	107192	1279538	8,38
3	ПрАТ СК «ІНГО Україна»	243 662	1 779 726	13,69
4	ПрАТ СК «Уніка»	190251	2547433	7,47
5	ПрАТ СГ «ТАС»	89 714	2 432 614	3,69

Джерело: сформовано та обчислено авторами за даними Рейтингу страхових компаній України, 2022

Більше половини провідних страхових компаній України засновані на іноземному капіталі і перестрахові премії здебільшого спрямовувалися до материнських структур. Перестраховування напряму пов'язане зі страховим портфелем і для компаній, що займаються роздрібним страхуванням (таких в Україні більшість), його рівень об'єктивно має бути невисоким – в межах 5-15%. Саме такий рівень перестраховування спостерігався у страхових українських компаній в 2022 році. У попередньому році рівень перестраховування у багатьох компаній був на порядок вище. Перестраховування збільшує фінансову надійність страховика за рахунок зменшення поточної ефективності. Деякі компанії з іноземним капіталом спрямовували до перестраховування 30-40% отриманих валових страхових премій, що не мало під собою об'єктивної потреби. Перестраховування використовувалося ними як прихована форма виплати дивідендів. Тривалий час така схема використовувалася через корпоративне оподаткування.

Надмірне податкове навантаження, що формується через дискримінаційний режим оподаткування прибутку компаній, які здійснюють страхування інше, ніж страхування життя є серйозною фінансовою проблемою на операційному та на стратегічному рівнях. На оперативному рівні йдеться про серйозне вимивання оборотного капіталу. На стратегічному рівні йдеться про інвестиційну непривабливість страхового бізнесу, оскільки рівень корпоративного податкового навантаження є більшим, ніж в інших галузях (табл. 8).

Таблиця 8. Обчислення податкового навантаження компаній, лідерів страхового ринку України у 2022 році, тис. грн.

№	Страхова компанія	Податок на прибуток, тис. грн.	Оподатковуваний прибуток, тис. грн.	Податкове навантаження (ряд.3 / ряд.4 x 100), %
1	2	3	4	5
1	ПрАТ СК «АРХ»	121058	750012	16,1
2	ПрАТ СК «ПЗУ Україна»	162664	31045	19,1
3	ПрАТ СК «ІНГО Україна»	167 714	79 854	47,6
4	ПрАТ СК «Уніка»	135707	437711	31,0
5	ПрАТ СГ «ТАС»	136316	439555	31,0

Джерело: сформовано та обчислено авторами за даними Рейтингу страхових компаній України, 2022

Базова ставка корпоративного податку дорівнює в Україні 18%. Серед ТОП-5 компаній до цієї ставки наближаються 2, інші мають суттєве перевищення. Податок на прибуток у компаній, які займаються страхуванням, іншим, ніж страхування життя, складається з двох частин. Перша – оподаткування страхових премій податком за ставкою 3% (абсолютно незалежно від того, яким був дійсний фінансовий результат). Друга – оподаткування різниці між отриманими доходами і понесеними витратами за діючою корпоративною ставкою податку у 18%. Питання перегляду механізму оподаткування компаній, що займаються страхуванням іншим, ніж страхування життя, обговорювалося постійно, особливо після 2014 року, коли оподаткування стало справжні подвійним. Такий механізм оподаткування зменшує інвестиційну привабливість страхової галузі, порівняно з іншими. Несправедливий механізм корпоративного оподаткування існує достатньо давно і цей фактор є об'єктивним, діє в однаковій мірі на усіх часників ринку.

У 2024 році на ефективність діяльності страхових компаній впливатиме впровадження змін до страхового законодавства. Нова редакція Закону України «Про страхування» передбачає багато змін як до організації страхового бізнесу, так і до вимог забезпечення платоспроможності. З позиції управління ефективністю треба врахувати зростання операційних витрат, пов'язаних з забезпеченням дотримання нових вимог законодавства.

Стратегічними заходами в управлінні ефективністю безумовно стануть:

- збільшення капіталізації, що дозволить брати на утримання більші за обсягом ризику і одночасно зменшити потребу у поточному перестрахованні;
- впровадження нових страхових послуг (автостраховання, страхування майна та особисте страхування у великій мірі вичерпали потенціал зростання надходження страхових премій);
- цифрова трансформація страхового бізнесу, що дозволить радикально зменшити операційні витрати та сформуванню сучасну страхову логістику.

Висновки (Conclusions)

Страховий ринок України намагається адаптуватися до роботи в умовах тривалої війни. У 2022 році перед менеджментом страхових компаній стояло завдання взагалі утримати ринок в умовах окупації території, скорочення бізнесу, зменшення працюючого населення, падінням усіх без винятку доходів і кадровими проблемами, пов'язаними з мобілізацією співробітників. Першою реакцією ринку на прояви військової кризи стало скорочення кількості страховиків, яке триває і зараз. Процес є об'єктивним – з ринку пішли неефективні і неплатоспроможні страхові компанії. Переважна більшість компаній, що належать до лідерів ринку, впоралися з викликами першого етапу війни. В тактичному плані до рішень щодо збільшення ефективності належали: розширення дистанційних сервісів обслуговування клієнтів; концентрація на послугах з обов'язкового страхування; зменшення рівня перестраховання. Реалізація цих рішень дозволила досягти навіть збільшення операційного прибутку без втрати фінансової стійкості страхових операцій.

Зв'язок між операційною і фінансовою ефективністю забезпечується через фактор надходження чистих страхових премій. Чисті страхові премії є і джерелом формування прибутку від страхової діяльності, і первинним фінансовим ресурсом для діяльності інвестиційної. Саме для збільшення надходження чистих страхових премій учасники ринку вдалися до зменшення рівня перестраховання, що суттєво підвищило операційну ефективність. Фінансова ефективність реалізується через ефект фінансового левереджу (важеля). Провідні українські страховики завдяки досягненню вдалого співвідношення між страховими резервами і власним капіталом отримали достатньо високий показник рентабельності власного капіталу за підсумками 2022 року.

У 2023 році спостерігаються ознаки стабілізації ринку: зростання надходження

страхових премій, резервів, активів і капіталу. Для підтримки позитивних зрушень в управлінні ефективністю страховикам необхідно в комплексі вирішувати питання збільшення надходження страхових премій, страхових резервів і власного капіталу. Для цього необхідно переглядати і удосконалювати існуючі бізнес-моделі діяльності.

Конфлікт інтересів (Conflicts of interest)

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Фінансування (Funding)

Це дослідження не отримало зовнішнього фінансування.

Внесок авторів (Authors contribution)

Концептуалізація, С.Н.; формування проблеми, П.Т., розробка методики дослідження, С.О.; збір аналітичних даних, Я.Н.; аналіз отриманих даних, С.Н.; візуалізація, С.М.; оформлення тексту роботи, С.Н.; перевірка, П.Т. та Я.Н.; нагляд, С.М. Усі автори прочитали та погодились з опублікованою версією рукопису.

Література (References)

- Bankivskiy sektor zavdiaky vysokii operatsiinii efektyvnosti otrymav prybutok 24,7 mlrd hrn u 2022 rotsi (2022). [The banking sector generated a profit of 24.7 billion UAH in 2022 thanks to its high operational efficiency]. <https://bank.gov.ua/ua/news/all/bankivskiy-sektor-zavdyaki-visokiy-operatsiyniy-efektyvnosti-otrimav-pributok-247-mlrd-grn-u-2022-rotsi> [in Ukrainian]
- Infliatsiyniy zvit. (2022). Natsionalnyi bank prohnozuie znachne znyzhennia inflatsii ta povnennia ekonomiky do vidnovlennia v tsomu rotsi [Inflation Report. The National Bank predicts a significant decrease in inflation and the return of the economy to recovery this year]. <https://bank.gov.ua/ua/news/all/natsionalnyi-bank-prohnozuye-znachne-znijennya-inflyatsiyi-ta-povernennya-ekonomiki-do-vidnovlennya-v-tsomu-rotsi--inflyatsiyniy-zvit> [in Ukrainian]
- Ofitsiyniy sait Natsionalnoho banku Ukrainy. Statystyka finansovoho sektoru. [The official site of the National Bank of Ukraine. Statistics of the financial sector]. <https://bank.gov.ua/ua/statistic/sector-financial#2fs> [in Ukrainian]
- Ohliad nebankivskoho finsektoru za IV kvartal 2022 roku. Aktyvnist nadavachiv nebankivskykh finansovykh poslug vidnovliuetsia nerivnomirno i zalyshaietsia znachno nyzhchoiu za dovoiennu (2022). [Overview of the non-banking financial sector for the IV quarter of 2022. The activity of providers of non-banking financial services recovers unevenly and remains significantly lower than before the war.]. <https://bank.gov.ua/ua/news/all/aktivnist-nadavachiv-nebankivskih-finansovih-poslug-vidnovlyuyetsya-nerivnomirno-i-zalishayetsia-znachno-nijchoyu-za-dovoyennu--oglyad-nebankivskogo-finsektoru-za-iv-kvartal-2022-roku> [in Ukrainian]
- Osadets, S. S., Murashko, O. V., Furman, V. M. ta in. (2011). Strakhoviy menedzhment. [Insurance management]. Kyiv: KNEU [in Ukrainian]
- Reitynh strakhovykh kompanii Ukrainy (2022). [Rating of Ukrainian insurance companies]. *Forinsurer* (electronic journal). <https://forinsurer.com/ratings/nonlife> [in Ukrainian]
- Strakhoviy rynok Ukrainy za 1 pivrichchia 2023. Insurance TOP nazvav lideriv. (2023). [The insurance market of Ukraine for the 1st half of 2023. Insurance TOP named the leaders]. *Forinsurer* (electronic journal). <https://forinsurer.com/news/23/08/25/43011> [in Ukrainian]
- Suprun, A.A., Suprun, N.V., Petrishyna, T.O. Funktsionalnyi finansoviy benchmarkinh na strakhovomu rynku Ukrainy. (2023). [Functional financial benchmarking in the insurance market of Ukraine]. *Pryazovskyi ekonomichnyi visnyk*. Elektronnyi naukovyi zhurnal. Zaporizhzhia: Klasychnyi pryvatnyi universytet, 1(33), 53-60. <https://doi.org/10.32782/2522-4263/2023-1-9>

- Tkachenko, N.V. (2009). Zabezpechennia finansovoi stiiikosti strakhovykh kompanii: teoriia, metodolohiia ta praktyka [Ensuring the financial stability of insurance companies: theory, methodology and practice]. Cherkasy: Cherkaskyi TsNTEI [in Ukrainian]
- Velsh Hlen, A., Short Deniel, H. (1999). Osnovy finansovoho obliku. [Basics of financial accounting] / Per. z anh. O. Minin, O. Tkach. Kyiv: Osnovy [in Ukrainian]



Vol. 1 No. 2 (2023)

Available since: 2023

Published: 2 times a year

Founders: State University of Economics and Technology

ISSN: 3041-1246

E-mail: ete@duet.edu.ua Journal homepage: <https://ete.org.ua>

JEL: C01, C15, C2

DOI: 10.62911/ete.2023.01.02.04

Models of equity accounting in the conditions of reorganization of economic companies in the form of separation


Citation:

Rudenko, O., & Shubenko, E. (2023). Models of equity accounting in the conditions of reorganization of economic companies in the form of separation. Scientific and practical journal "Economics and technical engineering", 1(2), 48–65. <https://doi.org/10.62911/ete.2023.01.02.04>

Olena Rudenko

Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: rudenko_ov@duet.dp.ua

 *ORCID iD: 0000-0001-7293-7773*

Elizaveta Shubenko

PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: shubenko_es@duet.dp.ua

 *ORCID iD: 0000-0002-4142-8551*

Abstract: This article is devoted to the study of the specific nature of equity in the conditions of reorganization of economic companies in the form of a spin-off. It has been found that the content of the reorganization processes is related to the arrangement of property relations at the level of economic companies participating in the reorganization and their owners (participants), who make decisions regarding to the further functioning of their property (equity) in the company(ies) - to the legal assignee(s). Attention is focused on the need for a systematic and extended study of accounting organization elements, in which the accounting process at all stages of reorganization in the form of separation would be harmonized with the meaningful characteristics of operations with stocks (parts). The lack of elements' development of the accounting organization for the information provision of the main suppliers of capital regarding operations with equity capital in the conditions of reorganization of companies in the form of separation, which is characterized by changes in the system of property relations and structuring of equity capital, was revealed. The economic and legal essence of the reorganization in the form of separation as a factor influencing the movement of property of economic companies participating in the reorganization and equity as a means of realizing the ownership rights of shareholders (participants) has been proven. Accounting models of equity in the conditions of reorganization of economic companies in the form of a spin-off, which take into account numerous options for placing corporate rights in assignee companies, are recommended. for making situational management decisions. The method of accounting for reorganization operations has been improved, taking into account the economic content of equity capital under the conditions of reorganization in the form of allocation, to present the entire range of calculation and accounting operations with it in various subsystems of data processing (financial and management accounting).

Received: 10/09/2023

Accepted: 25/11/2023

Keywords: corporate rights, net assets, ways of placing stocks, the cost of corporate rights.



JEL: J00, J00

Models of equity accounting in the conditions of reorganization of economic companies in the form of separation

Olena Rudenko

Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: rudenko_ov@duet.dp.ua

 ORCID iD: 0000-0001-7293-7773

Elizaveta Shubenko

PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: shubenko_es@duet.dp.ua

 ORCID iD: 0000-0002-4142-8551

Abstract: This article is devoted to the study of the specific nature of equity in the conditions of reorganization of economic companies in the form of a spin-off. It has been found that the content of the reorganization processes is related to the arrangement of property relations at the level of economic companies participating in the reorganization and their owners (participants), who make decisions regarding to the further functioning of their property (equity) in the company(ies) - to the legal assignee(s). Attention is focused on the need for a systematic and extended study of accounting organization elements, in which the accounting process at all stages of reorganization in the form of separation would be harmonized with the meaningful characteristics of operations with stocks (parts). The lack of elements` development of the accounting organization for the information provision of the main suppliers of capital regarding operations with equity capital in the conditions of reorganization of companies in the form of separation, which is characterized by changes in the system of property relations and structuring of equity capital, was revealed. The economic and legal essence of the reorganization in the form of separation as a factor influencing the movement of property of economic companies participating in the reorganization and equity as a means of realizing the ownership rights of shareholders (participants) has been proven. Accounting models of equity in the conditions of reorganization of economic companies in the form of a spin-off, which take into account numerous options for placing corporate rights in assignee companies, are recommended. for making situational management decisions. The method of accounting for reorganization operations has been improved, taking into account the economic content of equity capital under the conditions of reorganization in the form of allocation, to present the entire range of calculation and accounting operations with it in various subsystems of data processing (financial and management accounting).


Keywords: corporate rights, net assets, ways of placing stocks, the cost of corporate rights.

Моделі обліку власного капіталу в умовах реорганізації господарських товариств у формі виділу

Олена Руденко

к. е. н., доцент, Державний університет економіки і технологій, Кривий Ріг, Україна


e-mail: rudenko_ov@duet.dp.ua

 ORCID iD: 0000-0001-7293-7773

Єлизавета Шубенко

к е н, Державний університет економіки і технологій, Кривий Ріг, Україна

e-mail: shubenko_es@duet.dp.ua

 ORCID iD: 0000-0002-4142-8551

Анотація: Стаття присвячена дослідженню специфічної природи власного капіталу в умовах реорганізації господарських товариств у формі виділу. З'ясовано, що зміст реорганізаційних процесів, пов'язаний з упорядкуванням відносин власності на рівні господарських товариств, що беруть участь у реорганізації та їх власників (учасників), які приймають рішення щодо подальшого функціонування їх власності (власного капіталу) у товаристві(ах)- правонаступнику(ів). Акцентовано увагу на необхідності системного та розширеного дослідження елементів організації обліку, при якому б обліковий процес на всіх етапах реорганізації у формі виділу гармонізувався із змістовними характеристиками операцій з акціями (частками). Виявлено недостатню розробленість елементів організації обліку для інформаційного забезпечення основних постачальників капіталу щодо операцій з власним капіталом в умовах реорганізації товариств у формі виділу, яка характеризується змінами в системі відносин власності та структуруванні власного капіталу. Доведено економіко-правову сутність реорганізації у формі виділу як фактору впливу на рух власності господарських товариств-учасників реорганізації та власного капіталу, як засобу реалізації права власності акціонерів (учасників). Рекомендовано облікові моделі власного капіталу в умовах реорганізації господарських товариств у формі виділу, які враховують численні варіанти розміщення корпоративних прав у товариствах- правонаступниках задля прийняття ситуаційних управлінських рішень. Удосконалено методику обліку реорганізаційних операцій з урахуванням економічного змісту власного капіталу в умовах реорганізації у формі виділу, для представлення всього спектру розрахункових та облікових операцій з ним у різних підсистемах обробки даних (фінансового та управлінського обліку).

Ключові слова: корпоративні права, чисті активи, способи розміщення акцій, вартість корпоративних прав.

Вступ (Introduction)

Власність є фундаментом сучасної підприємницької діяльності, яка передбачає її ефективне використання. Ринкова економіка характеризується постійним переходом власності з рук в руки, її злиттям, розподілом, нарощуванням або скорочуванням в результаті ринкової конкуренції і переливів капіталів. Для управління власністю підприємства необхідно забезпечувати менеджмент обліковою інформацією, яка є основою для прийняття управлінських рішень.

Обліковою категорією, яка відображає сукупність власних засобів та взаємозв'язок підприємства з його власниками є власний капітал. Значимість інформації про власний капітал багаторазово зростає по мірі формування в сучасній економіці груп компаній, які характеризуються складними взаємозв'язками в умовах їх реорганізації.

Зміст реорганізаційних процесів, в першу чергу, пов'язаний з упорядкуванням відносин власності на рівні господарських товариств (ГТ), що беруть участь у реорганізації та їх власників (учасників), які є основними користувачами інформації щодо стану власного капіталу. В таких умовах акціонери (учасники) приймають рішення щодо подальшого функціонування їх власності (власного капіталу) у товаристві(ах)- правонаступнику(ів). При чому джерелом формування (доформування) статутного капіталу товариств- правонаступників (ПН) можуть бути як усі види власних засобів (статутний капітал, капітал в дооцінках, додатковий капітал, нерозподілений прибуток (збиток), резервний капітал) так і деякі на вибір. Отже, за допомогою реорганізації, як частини корпоративної стратегії товариства, здійснюється трансформація власного капіталу та відносин власності. Якщо облікова система буде адекватна обраній стратегії, то підприємство може розраховувати на успіх.

Проблема відображення прав власників у бухгалтерському обліку, як зазначають науковці, має історичний характер, оскільки як ніяка інша залежить від форм власності, організаційно-правових форм ведення бізнесу та стадії життєвого циклу підприємства. Процес реорганізації господарських товариств, як одна із стадій їх життєвого циклу, виявляє в таких умовах специфічну природу власного капіталу.

Виділ – це особлива форма реорганізації підприємства, яка полягає у створенні нової юридичної особи шляхом передачі частини майна та обов'язків від підприємства, що реорганізовується. Оптимізувати бізнес структуру та/або оподаткування, зменшити або розподілити ризики між підприємствами, перевести активи на іншу особу – саме такі цілі можуть бути досягнуті шляхом виділу. Під час ведення бізнесу в Україні трапляються випадки, коли виділ може бути найбільш оптимальним виходом із кризової ситуації.

Дослідивши нормативні документи, було з'ясовано, що в процесі реорганізації у формі виділу здійснюється структурування власного капіталу ГТ та складу їх акціонерів (учасників), яке впливає на операції з акціями (частками). Проілюструємо за допомогою рисунку 1 зміст виділу, як форми реорганізації, який впливає на облікові операції з перерозподілу власності акціонерів (учасників) господарських товариств.

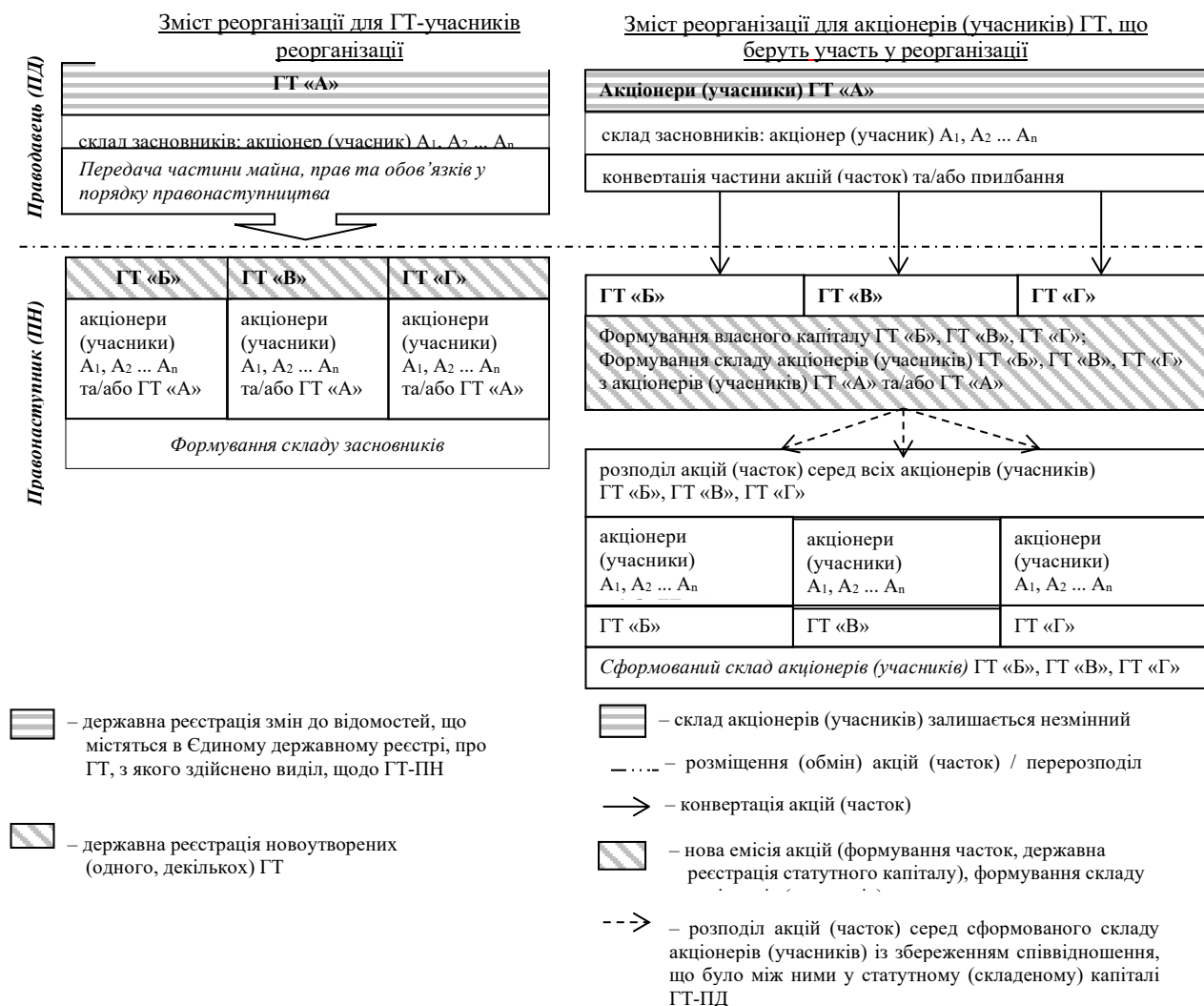


Рисунок 1. Зміст виділу, як форми реорганізації, який впливає на облікові операції з перерозподілу власності акціонерів (учасників) господарських товариств

Джерело: сформовано автором

Отже, на етапах реорганізації господарських товариств приймаються рішення щодо використання (перерозподілу, подальшого функціонування) власного капіталу кожним акціонером (учасником). Тому, для власників товариств в умовах реорганізації у формі виділу, постає необхідність в отриманні від бухгалтерського обліку більш деталізованої інформації щодо вартості частки кожного акціонера (учасника) у складі чистих активів та обґрунтування їх розрахунку; змін обсягів корпоративних прав при їх конвертації та ін.

Реалізація механізму визначення права власності на частку у чистих активах товариства здійснюється корпоративними правами акціонерів (учасників), які є правовим виміром власного капіталу в умовах реорганізації.

Якщо облік власного капіталу товариств в умовах їх рівноваги привернув певну увагу авторів, то проблеми обліку власного капіталу в умовах реорганізації товариств, зокрема у формі виділу, в обліковому аспекті вивчення недостатньо. Також у сучасних дослідженнях не приділяється достатньої уваги захисту прав акціонерів (учасників) в умовах реорганізації товариств шляхом підвищення рівня їх поінформованості.

Важливий вплив на розв'язання проблеми організації обліку власного капіталу в умовах реорганізації товариств мали праці науковців, у яких розглянуті окремі питання теорії, методики та організації бухгалтерського обліку власного капіталу. Так, економічна сутність корпоративних відносин, облік операцій з акціями власної емісії розглянуті у працях Мацегори І.А., Пилипенко О.І. (Pylypenko et al., 2010); облік окремих складових власного капіталу у господарських товариствах – в працях Королюк Т.М., Питель С.В., Пономаренко Н.М., Поліщук І.Р., Разборської О.О. (Ponomarenko, 2008; Razborska, 2004); особливості організації обліку в умовах припинення діяльності (реорганізації) – в працях авторів Назарової І.Я., Тягнирядно Л.Л., Шубенко Є.С. (Nazarova, 2009; Tiahnyriadno, 2010; Shubenko, 2018) Широко аналізуються питання обліку перерозподілу корпоративних прав в умовах реорганізації господарських товариств на сторінках фахових періодичних видань.

На підставі проведеного критичного аналізу дослідження праць науковців та практиків зроблено висновок, що значна увага приділяється саме обліковим процедурам створення юридичних осіб, проте залишаються поза увагою організація облікового супроводу реорганізаційних операцій вже існуючих юридичних осіб. Зміст таких операцій, в першу чергу, пов'язаний з упорядкуванням відносин власності на рівні господарських товариств, що беруть участь у реорганізації та їх власників (учасників), які є основними користувачами інформації щодо стану власного капіталу. Також з'ясовано, що дослідники вказують на формування (розрахунок) статутного капіталу ГТ-ПН в умовах реорганізації у формі виділу: за величиною в межах суми зафіксованої в установчих документах таких товариств; за процедурою, яка включає арифметичні дії зі статутним капіталом (зменшення, передаванням з балансу на баланс); без облікового супроводу, крім технічних прийомів (використання транзитних рахунків), мотивуючи тим, що розмір статутного капіталу та інших складових власного капіталу на жодному з етапів реорганізації не змінюються. Не розглядаються умови, за яких розмір статутного капіталу у товариства-ПД може змінюватися до його розміщення у товаристві-ПН (анулювання акцій, що не підлягають подальшій конвертації), як це передбачено нормативними документами. Також не враховується те, що у акціонерів (учасників) товариств, які беруть участь у реорганізації є право вибору коефіцієнта конвертації, який суттєво впливає на обсяги корпоративних прав, отриманих в обмін на участь у статутному капіталі товариства-ПН.

Практика реорганізації господарських товариств у формі виділу вимагає розробки нових підходів до формування облікової інформації щодо власного капіталу, яка створюється в рамках фінансової, управлінської бухгалтерії та використовується для прийняття управлінських рішень щодо власності акціонерів (учасників).

Метою статті є представлення економіко-правової сутності власного капіталу в умовах реорганізації господарських товариств у формі виділу як засобу реалізації права власності акціонерів (учасників) та розробка організаційних, методичних рішень й пропозицій шляхом побудови моделі обліку власного капіталу в умовах реорганізації у формі виділу з метою управління.

Матеріали та методи (Materials and Methods)

Для досягнення поставленої мети авторами використано широкий спектр методів дослідження – це загальнонаукові та часткові методи наук. Кожен з наведених методів

застосовувався у поєднанні з іншими. Серед загальнонаукових методів використано метод формалізації - для вираження значень мовою формул; сходження від абстрактного до конкретного, індукції, дедукції синтезу, аналізу – для опрацювання нормативної та наукової літератури для виокремлення та закріплення отриманої інформації у створенні облікового супроводу щодо складових власного капіталу; абстрагування – при складанні рисунків та таблиць за напрямом дослідження, аналогії та узагальнення - для викладення авторського розуміння економіко-правового змісту реорганізації у формі виділу, власного капіталу в умовах реорганізації господарських товариств у формі виділу; моделювання та системний підхід - при формуванні організаційно-методичних рекомендацій щодо обліку власного капіталу в умовах реорганізації господарських товариств у формі виділу. Серед часткових методів наук використано спеціальні методи психології як інтуїція та аналіз продуктів діяльності - для розуміння та осмислення продуктів наукової діяльності вчених та законотворців.

Результати (Results)

Реорганізація шляхом виділу супроводжується розподілом власності. Так, Наглядова рада акціонерного товариства, з якого здійснюється виділ, «вносить на затвердження загальних зборів акціонерів товариства питання про виділ, порядок і умови виділу, створення нового товариства (товариств), конвертацію частини акцій товариства, з якого здійснюється виділ, в акції створюваного товариства (розподіл акцій створюваного товариства серед акціонерів товариства, з якого здійснюється виділ, придбання акцій створюваного товариства самим товариством, з якого здійснюється виділ) і порядок такої конвертації (розподілу, придбання), затвердження розподільного балансу» [Про порядок здійснення емісії та реєстрації випуску акцій акціонерних товариств, які створюються шляхом злиття, поділу, виділу чи перетворення або до яких здійснюється приєднання, 2013, ст.86].

Не підлягають конвертації акції (частки) акціонерного (іншого господарського) товариства, з якого здійснюється виділ, які викуплено цим товариством та акції акціонерного товариства, з якого здійснюється виділ, власниками яких є акціонери, які звернулися до акціонерного товариства з вимогою про обов'язковий викуп належних їм акцій та які мають таке право.

Якщо для теоретичного обґрунтування об'єднання підприємств є відповідні стандарти (НП(С)БО 19) та складання консолідованої звітності (НП(С)БО 2), то реорганізація суб'єктів господарювання шляхом виділу спеціальними нормативними актами не регламентується. Виключення може складати, хіба що, НП(С)БО 27 «Необоротні активи, утримувані для продажу та припинена діяльність»: «може бути виділено операційно географічний чи господарський сегмент відокремленої частини діяльності з метою складання фінансової звітності, якщо активи, зобов'язання, доходи та витрати, безпосередньо пов'язані із зазначеною діяльністю, що припиняється». А це означає, що за розподільчим балансом мають бути відділені активи, зобов'язання, результати діяльності. Хоч такий баланс не можна вважати повноцінним, а сам факт відділення частини діяльності – реорганізацією шляхом виділу, оскільки відсутній розподіл статутного капіталу, немає правонаступництва тощо».

За ЦКУ власник має право розпорядження своїм майном. Тут слід зауважити, що облікове визначення власного капіталу відповідно до НПСБО 1 «Загальні вимоги до фінансової звітності» за «залишковим» принципом, скоріше характеризує його величину, ніж економічну сутність. Правомірним є виникнення категорії «власний капітал», який являє собою майно, звільнене або очищене від боргових зобов'язань, синонімом якого є поняття «чисте майно», «чисті активи». Вказане тлумачення власного капіталу є найпоширенішим серед науковців. Чисті активи – це сума, яка залишається після того, як всі активи продані, а всі зобов'язання сплачені. Ця сума буде належати акціонерам; звідси випливає, що «власний капітал» – просто інша назва чистих активів. Разом з цим робимо акцент на юридичному аспекті активів: «... ваші чисті активи - це вартість вашої власності».

«Власний капітал (вартість чистих активів) товариства – різниця між сукупною вартістю активів товариства та вартістю його зобов'язань перед іншими особами» (Pro aktsionerni tovarystva, 2008). Отже, чисті активи можна вважати синонімом власного капіталу.

Ключовою характеристикою корпоративних прав є їх вартість. В умовах реорганізації господарських товариств визначається номінальна та балансова вартість корпоративних прав. В умовах реорганізації товариств основою для визначення балансової вартості корпоративних прав виступають чисті активи, які є вартісним вимірником власного капіталу.

$$БВ_{КП} = ЧА / K_{КП}, (1)$$

де, БВ_{КП} - балансова вартість корпоративних прав, грн; ЧА - чисті активи; K_{КП} - кількість емітованих корпоративних прав, шт.

Авторське дослідження допускає, що статутний капітал господарського товариства, утвореного в результаті реорганізації, може бути більше (менше) суми статутних капіталів товариств, що беруть участь у реорганізації шляхом укрупнення та може формуватися за усіма формами реорганізації за рахунок інших складових власного капіталу (в межах балансової вартості корпоративних прав); персоніфікацію власного капіталу (чистих активів) в обліку з метою контролю за подальшим втіленням корпоративних прав в умовах реорганізації та змінами у їх немайновій частині; відображення операцій з власним капіталом (корпоративними правами) на рахунках бухгалтерського обліку, відповідно до рішень правового характеру, прийнятих власниками.

Для з'ясування особливостей відображення в бухгалтерському обліку реорганізаційних операцій при виділі, пов'язаних з розподілом власності, проведено дослідження змісту операцій з акціями (частками), відповідно до Порядку №520. Так, на відображення в бухгалтерському обліку операцій з акціями (частками) впливають: способи розміщення акцій (часток); визначений коефіцієнт конвертації; кількість акцій, що не підлягають конвертації; умови випуску акцій з метою конвертації; вимоги щодо мінімального розміру статутного капіталу утворених товариств в результаті виділу, поділу та товариства, з якого відбувся виділ.

Ці правила, хоча й створено для АТ та можуть за аналогією застосовуватися і для господарських товариств неакціонерного типу (ГТін).

Виділ - найбільш складна форма реорганізації для АТ, оскільки допускає використання декількох способів розміщення акцій та допускаються комбінації способів розміщення цінних паперів. Це дозволяє максимально ефективно здійснити структурування активів, зобов'язань, власного капіталу та складу учасників господарських товариств, які беруть участь у реорганізації.

Найперше, необхідно визначатися зі складом акціонерів (учасників), які будуть сформовані у кожному виділеному товаристві. Вплив способів розміщення акцій (часток) при реорганізації акціонерних (інших господарських) товариств у формі виділу на формування складу та структури власників корпоративних прав представлено у таблиці 1.

Спосіб розміщення акцій побудований на придбанні акцій товариства, що утворилося шляхом виділу, товариством з якого відбувається виділ дозволяє виокремити активи та зобов'язання товариства, що реорганізується, при збереженні контролю над відокремленими активами з боку товариства, з якого здійснився виділ. При цьому акціонером (учасником) товариств, що утворилися шляхом виділу, виступає єдина юридична особа – АТ(ГТін.), що реорганізується (таблиця 1, варіант а).

Спосіб розміщення акцій побудований на конвертації чи розподілі акцій(часток)товариства, що виділено, серед акціонерів(учасників) товариства з якого відбувається виділ дозволяє здійснювати розділення бізнесу зі збереженням складу його учасників.

При такому способі розміщення акцій (часток) можливі наступні варіанти складу акціонерів (учасників) товариства-ПН:

- відтворення складу акціонерів (учасників) товариства, з якого здійснюється виділ (таблиця 1, варіант б) ;

- бере участь частина учасників зі складу учасників товариства, з якого здійснюється виділ за умови, що учасниками реорганізації є інші господарські товариства (таблиця 1, варіант в).

Таблиця 1. Склад та структура акціонерів (учасників) господарських товариств, створених шляхом виділу при різних способах розміщення акцій (часток)

Комбінації розміщення акцій (часток) господарським товариством, з якого здійснюється виділ	Умови розміщення акцій (часток)	Формування складу та структури акціонерів (учасників) господарських товариств (ГТ), створених шляхом виділу		
		склад акціонерів (учасників)	ГТ з якого здійснюється виділ	ГТ, створене шляхом виділу
1. Придбання ГТ з якого здійснюється виділ всіх акцій(часток) ГТ, що виділяється	товариство, з якого здійснюється виділ, може придбати акції АТ, що виділяється, якщо це передбачено рішенням уповноваженого органу товариства, з якого здійснюється виділ, про конвертацію акцій та порядок такої конвертації та планом виділу.	а) акціонер (учасник) – ГТ-ПД	1А 2А 3А 4А 5А	«Б»
2. Розподіл акцій (часток) створюваного ГТ серед акціонерів (учасників) ГТ з якого здійснюється виділ	акції товариств, що створюються шляхом виділу, розподіляються серед всіх акціонерів (учасників) АТ (ГТін), які є власниками акцій (часток), що підлягають конвертації (при цьому кожен такий акціонер (учасник) отримує акції кожного з АТ-ПН	б) відтворення складу акціонерів (учасників) ГТ-ПД	1А → 1А 2А → 2А 3А → 3А 4А → 4А 5А → 5А	«Б»
3. Конвертація акцій (часток) з якого здійснюється виділ в акції (частки) цього ГТ та акції (частки) ГТ, що виділилося	конвертація акцій ГТ, з якого здійснюється виділ, в таку саму кількість акцій цього ГТ меншої номінальної вартості та в акції кожного АТ, що виділяється			
4. Розподіл та/або конвертація часток зі зміною структури учасників	не заборонено діючим законодавством для ГТін. Розміщення часток ГТін-ПН здійснюється зі збереженням балансової вартості часток визначених учасників новоствореного ГТін	в) приймає участь частина учасників ГТ-ПД	1А → 1А = 1Б 2А → 2А = 2Б 3А 4А 5А	«Б»

1А, 1Б – акціонери товариства А, Б та В відповідно;

→- формування складу акціонерів (учасників) товариства- правонаступника в умовах реорганізації шляхом виділу

Джерело: сформовано автором

При комбінуванні наведених способів розміщення акцій (часток) формується змішаний склад акціонерів(учасників) товариства-ПН.

При проведенні таких реорганізаційних операцій передбачено «...розміщення акцій товариства, що виділилося, здійснюється із збереженням співвідношення, що було між акціонерами в статутному капіталі товариства, з якого здійснено виділ»; «розміщення акцій товариств- правонаступників повинно здійснюватися із збереженням співвідношення, що було між акціонерами у статутному капіталі акціонерного товариства, що припинилося шляхом поділу» (Pro aktsionerni tovarystva, 2008).

Але такий варіант урегулювання корпоративних відносин у разі виділу не є єдино можливим для ГТін. Можна як варіант разом із частиною майна, прав та обов'язків діючого товариства виділити в окреме ГТ одного чи кількох його учасників, а решту залишити в реорганізованому товаристві з перерозподілом між ними решти часток. Такий варіант має право на життя. Оскільки чинне законодавство взагалі не регулює цього моменту. А у сфері цивільного й господарського права суб'єкти вільні в будь-яких рішеннях, що прямо не заборонені. Тут на першому плані – домовленість сторін. Тому власники товариства мають право врегулювати свої внутрішні корпоративні відносини на власний розсуд.

Також можна говорити й про необхідність дотримання умов пропорційності поділу лише щодо збереження розмірів часток учасників реорганізованих товариств у статутних капіталах створених на його базі господарських товариств.

При дослідженні нормативної бази та МР з'ясовано, що конкретних облікових алгоритмів щодо формування статутного капіталу товариств, створених шляхом реорганізації у формі виділу та відображення змін у складі власного капіталу товариства-ПД, які б містили інформацію про зміни у обсягах корпоративної власності (корпоративних прав) їх власників, крім технічних прийомів, не передбачено.

Такі обставини спонукали авторів розробити певні облікові моделі власного капіталу у товариства-ПН та ПД в умовах реорганізації шляхом виділу з метою управління корпоративною власністю.

Найбільш складна для обґрунтування методика обліку корпоративних прав в умовах реорганізації саме у формі виділу, за якою передбачено три основних способи розміщення акцій (часток). Авторами досліджено зміст реорганізаційних операцій з акціями (частками), які мають місце у товариств-учасників реорганізації, що дозволило сформулювати базову модель обліку корпоративної власності (корпоративних прав) в умовах реорганізації товариств у формі виділу (таблиці 2, 3, 4).

Таблиця 2. Модель обліку власного капіталу (корпоративних прав) в умовах реорганізації акціонерних товариств у формі виділу за умови розміщення акцій шляхом їх придбання товариством з якого здійснено виділ

У акціонерного товариства-провадця					
Операції з акціями	Реорганізаційні операції та їх зміст	Стан чистих активів	Вплив реорганізаційних операцій АТ-провадця на зміни у:		
			Статутному капіталу (СК)	Нерозподіленому прибутку (НП)	Складі акціонерів, обсягах їх КП
Операції з акціями не відбуваються	Придбання акцій АТ створеного при виділі, самим АТ, з якого здійснюється виділ	ЧА>СК	Не змінюється загальна кількість та номінальна вартість акцій	Зменшується на загальну номінальну вартість нового випуску АТ-ПН	1. Склад акціонерів залишається без змін; 2. Збереження номінальної вартості КП; 3. Зменшення балансової вартості КП.
У акціонерного товариства- правонаступника					
Операції з акціями		Процедура придбання	Формування СК	Формування складу акціонерів та обсягів їх КП	

Емісія акцій. Номінальна вартість випущених акцій, які підлягають конвертації та розподілу дорівнює чистим активам	Придбання акцій	СК= ЧА	Єдиним акціонером стає АТ-ПД
	здійснюється АТ з якого здійснено виділ		

Джерело: складено автором

Таблиця 3. Модель обліку власного капіталу (корпоративних прав) в умовах реорганізації акціонерних товариств у формі виділу за умови розміщення акцій створюваного товариства шляхом їх розподілу серед акціонерів товариства з якого здійснено виділ

У акціонерного товариства-праводавця			Вплив реорганізаційних операцій АТ-праводавця на зміни у:		
Операції акціями	з Реорганізаційні операції та їх зміст	Стан чистих активів	Статутному капіталу (СК)	Нерозподіленому прибутку (НП)	Складі акціонерів, обсягах їх КП
Операції акціями відбуваються	Персоніфікація майнових корпоративних прав кожного з акціонерів у НП з метою подальшого їх обміну на акції АТ-ПН	ЧА > СК	Не змінюється загальна номінальна вартість акцій	Зменшується загальну номінальну вартість акцій нового випуску АТ-ПН	1. Склад акціонерів залишається без змін; 2. Збереження номінальної вартості КП; 3. Зменшення балансової вартості КП.

У акціонерного товариства- правонаступника			Вплив реорганізаційних операцій АТ- правонаступника на зміни у:		
Операції акціями	з Процедура придбання	Формування СК	Формування складу акціонерів та обсягів їх КП		
Емісія акцій. Номінальна вартість випущених акцій, які підлягають конвертації та розподілу дорівнює чистим активам	Виконання зобов'язань АТ-ПД перед акціонерами щодо обміну їх корпоративних прав, забезпечених чистими активами, на акції (корпоративні права) у АТ-ПН	СК= ЧА	1. Відтворення складу акціонерів АТ-ПД; 2. Обсяги КП формуються зі збереженням їх співвідношення у АТ-ПД.		

Джерело: складено автором

Таблиця 4. Модель обліку власного капіталу (корпоративних прав) в умовах реорганізації акціонерних товариств у формі виділу за умови розміщення акцій створюваного товариства шляхом їх конвертації

У акціонерного товариства-праводавця			Вплив реорганізаційних операцій на зміни у:				
Операції з акціями	Зміст	Процедура	Реорганізаційні операції та їх зміст	Стан чистих активів	Статутному капіталу (СК)	Нерозподіленому прибутку (НП)	Складі акціонерів, обсягах їх КП
1. Деномінація акцій шляхом дроблення	Зменшення номінальної вартості акцій (того самого типу і класу) шляхом ділення на коефіцієнт деномінації	Конвертація визначеної частини акцій в акції кожного АТ, що виділяється	$K \leq 1$	ЧА \geq СК	Зменшення на суму номінальних вартостей визначеної частини акцій, які підлягають конвертації	Не змінюється	1. Склад акціонерів залишається без змін; 2. Зменшення номінальної вартості КП, які

	(має бути більше одиниці). При цьому кількість акцій збільшується пропорційно коефіцієнту деномінації, а сумарна номінальна вартість акцій не змінюється				компенсуються КП у АТ-ПН	
2.Додатковий випуск акцій*	Розміщення додаткових акцій існуючої номінальної вартості (кількість акцій, відповідно, збільшується, а сумарна вартість акцій додаткового випуску дорівнює розміру збільшення СК) та їх розподіл серед акціонерів, який забезпечує незмінне їх співвідношення для кожного акціонера	Зупинення в обігу визначеної частини акцій з подальшою конвертацією в акції кожного АТ, що виділяється	$K \leq 1$	$ЧА > C$ К	Зменшення на суму зупинених в обігу акцій та залишається на рівні, який зафіксований до проведення додаткового випуску акцій	1.Склад акціонерів залишається без змін; 2. Зменшення балансової вартості КП, які компенсуються КП у АТ-ПН

У акціонерного товариства- правонаступника

Операції з акціями	Процедура конвертації	Формування СК	Формування складу акціонерів та обсягів їх КП
<i>Емісія акцій.</i> Номінальна вартість випущених акцій, які підлягають конвертації	Проводиться за коефіцієнтом конвертації, який передбачає збереження співвідношення кількості акцій, що було між акціонерами у СК АТ-ПД. Розподіл акцій між акціонерами проводиться за кожним типом (класом) належних їм акцій у АТ-ПД.	СК=ЧА	1. Відтворення складу акціонерів АТ-ПД; 2. Обсяги КП формуються зі збереженням їх співвідношення у АТ-ПД.

Примітки - *запропоновано автором
Джерело: складено автором

Представлена модель структурована за ознаками форм розміщення акцій, та містить правовий зміст операцій з акціями у товариств учасників-реорганізації. Також модель надає пояснення впливу чистих активів у товариства-ПД на зміни у елементах власного капіталу товариства з якого здійснюється виділ у складі акціонерів та обсягах їх корпоративних прав.

В умовах розміщення акцій шляхом конвертації облікова модель передбачає вибір додаткових процедур з акціями (деномінація акцій, додатковий випуск акцій) з урахуванням стану чистих активів у товариства-ПД та їх вплив на стан КП власників.

Для дослідження облікових механізмів формування корпоративних прав у товариств, що

беруть участь у реорганізації у формі виділу, необхідно підкреслити те, що у товариств-ПН реорганізаційні операції з корпоративними правами завжди супроводжуються емісією акцій. Рішення про емісію акцій приймає не емітент (товариство, що утворилося шляхом виділу), а його праводавець (товариство, з якого здійснюється виділ) (Pro poriadok zdiisnennia emisii ta reiestratsii vypusku aktsii aktsionermykh tovarystv, 2013), що є відмітною рисою в організації обліку обігу акцій при реорганізації у формі виділу.

Формування статутного капіталу у товариства-ПН з використанням різних способів розміщення акцій за Порядком 520, супроводжується змінами тільки у статутному капіталі товариства-ПД при виділі. Зміни інших елементів власного капіталу при формуванні статутного капіталу товариств-ПН порядком не коментується.

У таблиці 5 автором згруповано зміни, які відбуваються у власному капіталі товариства, з якого здійснюється виділ, та відповідний для них спосіб розміщення акцій.

Таблиця 5. Зміни у власному капіталі товариства, яке реорганізується у формі виділу

Групи	Зміни, які відбуваються у власному капіталі товариства, яке реорганізується у формі виділу	Спосіб розміщення акцій
I	Зменшення статутного капіталу товариства за умови дотримання вимог щодо мінімального розміру СК товариств, що утворилися в результаті виділу та товариства, з якого відбувся виділ	Конвертація
II	Зменшення приросту власного капіталу товариства	Розподіл Придбання
III	Зменшення статутного капіталу та приросту власного капіталу товариства, що реорганізується, при умові дотримання вимог щодо мінімального розміру статутного капіталу товариств, що утворилися в результаті виділу та товариства, з якого відбувся виділ	Комбінований (конвертація та розподіл; конвертація та придбання)

На відміну від конвертації, способи розміщення акцій шляхом розподілу та придбання на розмір статутного капіталу товариства, з якого здійснюється виділ, не впливають. Необхідно враховувати, що додаткові внески та інші платежі за цінні папери, що розміщуються при реорганізації товариства законодавством не передбачено. Статутний капітал створеного господарського товариства шляхом виділу, повинен дорівнювати його чистим активам:

$$A_v = \text{Ч}A_v, (2)$$

де, ЧА_v– чисті активи виділеного товариства на дату його державної реєстрації; А_v– вартість акцій виділеного товариства (вартість не може бути меншою за мінімальний розмір статутного капіталу, передбачений законодавством для АТ).

Власники вільні виділити в нове товариство будь-які активи на свій розсуд, але лише за умови одночасного передання балансуєчих пасивів (зобов'язань), склад яких також визначають власники. Чинне законодавство, коли говорить про «перехід за розподільчим балансом частини майна, прав та обов'язків юридичної особи до однієї або кількох створюваних нових юридичних осіб», не змушує власників товариства, що реорганізується, ділити кожен зі статей та/або розділів його активів і пасивів у балансі. З теоретичної точки зору такий підхід можливий, але на практиці поділити між підприємствами всі наявні категорії активів і пасивів у суворій, єдиній пропорції найчастіше просто нереально. Об'єкти обліку можуть бути просто неподільні через свою специфіку.

При способі розміщення акцій шляхом придбання всіх акцій створеного при виділі товариства самим реорганізованим товариством (таблиця 1, варіант а) відсутні

реорганізаційні операції з акціями у товариства, з якого здійснюється виділ. У плані виділу реорганізованого товариства повинна міститися узгоджена величина майна, якою буде наділятися товариство, що утворилося шляхом виділу. Можна припустити, що при визначенні такої частини майна законодавство передбачає використання загального підходу, як для виходу учасника з товариства, так і для виділу з нього іншого господарського товариства. Отже, у разі виділу до частини майна додається частина прав та зобов'язань. А коли так, то для розрахунку частини майна в разі виділу можна використовувати вже усталений на практиці підхід, за яким «частину майна» товариства визначають як частину чистих активів – підсумкове значення рядка 1495 балансу (звіту про фінансовий стан).

Створене господарське товариство шляхом реорганізації у формі виділу з використанням способу розміщення акцій - придбання всіх акцій створеного при виділі товариства самим реорганізованим товариством, відрізняється від створення дочірнього підприємства. Так, Пилипенко О.І. вважає, що «... реорганізація публічного акціонерного товариства шляхом виділення з нього нового публічного товариства не може розглядатися як створення дочірнього підприємства. Така реорганізація повинна розглядатися як організаційний захід, реалізація якого передбачає розподіл майна й зобов'язань між власниками корпоративних прав реорганізації з урахуванням «наповненості» акцій підприємств, що реорганізуються, чистими активами» (Pylypenko, 2010).

Отже, вартість отриманих акцій засновником буде дорівнювати ринковій вартості відчуженого активу, внесеного до уставного фонду при заснуванні дочірнього підприємства. У випадку створення на базі активу виділеного товариства вартість отриманих акцій буде дорівнювати чистим активам виділеного товариства.

Розглянемо економічну природу способу розміщення акцій, побудованого на розподілі акцій створюваного товариства серед акціонерів товариства, з якого здійснюється виділ та його вплив на операції з акціями у товариства-ПД та товариства-ПН (таблиця 1, варіант б).

За результатами такого способу розміщення акцій акціонери товариства, що реорганізується, стають одночасно і акціонерами товариства, яке виділилося. При цьому у товариства, з якого здійснюється виділ, статутний капітал не зменшується (шляхом зменшення загальної кількості акцій чи їх номінальної вартості), не відбувається випуск акцій з обміном акцій старої номінальної вартості на акції нової номінальної вартості, акціонери залишаються власниками акцій існуючої номінальної вартості в існуючій кількості, натомість додатково отримують акції товариства-ПН. Тобто, в цьому випадку для акціонера має місце приріст у формі акцій нового товариства, який обумовлений фактом володіння акціями товариства, з якого відбувається виділ. По суті, такий розподіл подібний до виплати дивідендів акціонерам.

При розподілі акцій не здійснюється анулювання акцій товариства, що реорганізується, але має місце зменшення їх балансової вартості у пропорції, за якою діляться чисті активи товариства, що реорганізується та товариства, що виділяється та по суті є компенсацією за зменшення балансової вартості їх корпоративних прав у реорганізованому товаристві.

На думку авторів, при виборі способу розміщення акцій шляхом розподілу, необхідною умовою є персоніфікація майнових прав кожного з акціонерів на частку у прирості власного капіталу з метою подальшого їх обміну на акції АТ-ПН. При такому способі розміщення акцій необхідно дотримуватися ч. 2 пп. 153.15.2 ПКУ, - вартість корпоративних прав учасників реорганізації шляхом виділу повинна бути пропорційна до вартості чистих активів, поділених між такими учасниками. Завважимо, що інші нормативні акти, які стосуються питань реорганізації товариств, подібної умови не містять.

Проілюструємо положення ПКУ. Так, сукупна балансова вартість акцій, отриманих акціонером у кожному створеному товаристві та акції, які належали йому в реорганізованому товаристві, визнається рівною балансовій вартості акцій, які належали акціонеру в реорганізованому товаристві до початку реорганізації.

Балансова вартість корпоративних прав акціонера товариства залишається такою, якою вона була до реорганізації. Їх вартість розподілена між акціями нового та попереднього емітента. Ділення вартості корпоративних прав проходить пропорційно діленню між ними

чистих активів реорганізованого товариства:

$$A_n = A \times \frac{ЧА_n}{ЧА_p}, \quad (3)$$

де, $ЧА_n$ - чисті активи товариств, що утворилися шляхом реорганізації у формі виділу (правонаступники); $ЧА_p$ - чисті активи товариства (простодавці) до початку реорганізації.

Балансова вартість акцій, яка належить акціонеру в товаристві-ПД після завершення його реорганізації, визначається як різниця між балансовою вартістю акцій товариства до початку його реорганізації та вартістю акцій, отриманих акціонером у всіх товариствах, створених у результаті реорганізації:

$$A_p = A - (A_{n1} + A_{n2} + \dots + A_{nN}), \quad (4)$$

Способи розміщення акцій шляхом придбання та розподілу акцій однорідні по своїй економічній природі. На відміну від конвертації, при використанні цих способів не змінюється статутний капітал товариства (номінальна вартість корпоративних прав власників), з якого здійснюється виділ.

Розглянемо зміст способу розміщення акцій шляхом конвертації акцій товариства, що реорганізується в акції виділеного товариства (таблиця 1, варіант в). Формування статутного капіталу товариства, створеного в результаті виділення, здійснюється за рахунок зменшення статутного капіталу акціонерного товариства з якого здійснюється виділ.

Спосіб розміщення акцій шляхом конвертації за Порядком 520 передбачає конвертацію акцій товариства, з якого здійснюється виділ, в таку саму кількість акцій цього товариства меншої номінальної вартості та в акції кожного АТ, що виділяється. При цьому є незмінним співвідношення кількості акцій, що належать кожному акціонеру і конвертуються, до загальної кількості акцій, що належать відповідному акціонеру.

Такі операції з конвертації досягаються шляхом деномінації (дроблення) акцій (ст.18 ЗУ про АТ) – випуск такої самої кількості акцій цього товариства, тільки меншою номінальною вартістю. Отже, відбувається зменшення статутного капіталу товариства, яке прийняло рішення про виділ, але не за рахунок зменшення загальної кількості розміщених акцій, а за рахунок зменшення їх номінальної вартості.

Також, передбачено конвертація частини акцій товариства, з якого здійснюється виділ, в акції кожного акціонерного товариства, що виділяється. При цьому є незмінним співвідношення кількості акцій, що належать кожному акціонеру і конвертуються, до загальної кількості акцій, що належать відповідному акціонеру (Pro poriadok zdiisnennia emisii ta reiestratsii vupusku aktsii aktsionerlykh tovarystv, 2013).

Способи розміщення акцій шляхом конвертації чи розподілу серед акціонерів товариства з якого здійснюється виділ по суті є компенсацією за зменшення номінальної чи балансової вартості їх корпоративних прав у реорганізованому товаристві.

Механізм визначення коефіцієнта конвертації акцій АТ, з якого здійснюється виділ, в акції кожного АТ-ПН, Порядком 520 не передбачено. Для визначення коефіцієнта конвертації необхідно виходити з того, що при виділі товариства повинна анулюватися відповідна кількість акцій за номінальною вартістю, що відповідає розміру «переданого» статутного капіталу.

В умовах реорганізації шляхом виділу постає необхідність дотримуватися вимоги щодо мінімального розміру статутного капіталу товариств, що утворилися в результаті поділу, що в свою чергу впливає на визначення вартості акцій, які підлягають розміщенню у товариствах-ПН. За умови недостатності номінальної вартості корпоративних прав акціонерів для формування статутного капіталу вони вправі його формувати в межах балансової вартості корпоративних прав.

Реорганізаційним заходам для фінансового оздоровлення підприємства у сучасній

економічній літературі надається значна увага. Під «реорганізаційними процедурами» автори розуміють підтримку діяльності підприємства, його оздоровлення із єдиною метою – недопущення його ліквідації.

За ЗУ «Про фінансову реструктуризацію» відновлення платоспроможності потенційного банкрута передбачено шляхом реорганізації у формі виділу, поділу (Pro finansovu restrukturyzatsiiu, 2016). Однак законодавець не вказує на конкретні заходи, перекладаючи їх розробку і реалізацію на самі товариства.

Для проведення процедури фінансової реструктуризації шляхом реорганізації у формі виділу обмежувальним чинником є організаційно-правова форма господарських товариств. Так, акціонерні товариства-потенційні банкрути, не зможуть реорганізуватися шляхом виділу в силу неможливості забезпечення своїх правонаступників мінімальним розміром статутного капіталу, передбаченого законодавством. Натомість, господарські товариства інших організаційно-правових форм, які не мають обмежень у розмірі статутного капіталу, можуть здійснити фінансове оздоровлення шляхом реорганізації у формі виділу. При цьому, дотримання положень Порядку 520 щодо співставності статутних капіталів товариств-учасників реорганізації цілком доречно. Такі реорганізаційні операції з формування статутного капіталу товариств-ПН рекомендуємо супроводжувати персоніфікацією за кожним учасником суми збитку, з подальшим його покриттям умовно нарахованими дивідендами.

Методичні аспекти обліку реорганізаційних операцій, пов'язаних з реорганізацією господарських товариств, зокрема у формі виділу, досліджувалися багатьма науковцями (Ponomarenko, 2008; Nazarova, 2009; Pylypenko, 2010; Bielousov, 2011) та найчастіше обліковим та юридичним аспектам реорганізації у формі виділу приділяють увагу у фахових періодичних виданнях.

Дослідники пропонують технічні прийоми (з використанням транзитних рахунків) як для виділу, так і для поділу, або трансформацію корпоративних прав при виділі вбачають зміни лише у аналітиці за рахунком 14 «Довгострокові фінансові інвестиції» чи субрахунку 352 «Інші поточні фінансові інвестиції»; на товаристві, яке створюється в результаті реорганізації шляхом виділу для обліку майна, яке надходить. Для джерел його утворення пропонується використовувати рахунок 46 «Неоплачений капітал» або рахунки за відповідними активами, що передаються.

На думку авторів, виділ не можна змішувати з прямими інвестиціями, коли товариство засновує дочірні підприємства на основі власних активів. Тому що можливі прямі інвестиції – це господарська діяльність самого товариства зі своїми активами. А виділ – це негосподарська, а корпоративна діяльність власників над товариством, що реорганізується, його активами й пасивами. За підсумками реорганізації товариство, з якого здійснюється виділ, не має жодного стосунку до нового товариства в плані корпоративного управління (участі в ньому). У реорганізованого й нового товариства можуть бути спільні власники, але інвестиційні відносини безпосередньо між старим та новим товариствами відсутні.

Пряме призначення рахунку 14 «Довгострокові фінансові інвестиції» за планом рахунків – для узагальнення інформації про наявність та рух довгострокових інвестицій (вкладень) у цінні папери інших підприємств, облігації державних та місцевих позик, статутний капітал інших підприємств, створених на території країни та за кордоном, що обґрунтовує його використання при створенні нового підприємства – дочірнього.

Наслідком виділу є також створення товариства, але в даній ситуації важливо розрізнити правовий зміст його створення від створення дочірнього підприємства. В органах статистики господарські товариства підлягають реєстрації за ознаками шляхів створення. Так, окремо проходить державна реєстрація господарського товариства, створеного шляхом:

- заснування нового господарського товариства;
- злиття, поділу, виділу чи перетворення.

Також важливим є те, що передача активів у межах виділу не пов'язана для товариства яке реорганізується, з формуванням статутного капіталу новоствореного товариства, а для виділеного товариства одержання активів – це не отримання внеску до статутного капіталу.

Для власників виділ нового товариства – це винятково реорганізаційна операція, яка стосується обсягу їх корпоративних прав. Для акціонерів (учасників) товариства-ПД виникнення корпоративних прав у новому товаристві компенсується зменшенням обсягу корпоративних прав у товаристві, з якого відбувся виділ, а передача активів новому товариству здійснюється в рамках уже сформованого статутного капіталу (чистих активів) товариства з якого здійснюється виділ.

Бухгалтерський облік формування статутного капіталу новоутворених товариств шляхом виділу повинен теж має відображати особливості їх правового змісту. Не врахування таких відмінностей призводить до викривлення сутності операцій з корпоративними правами в бухгалтерському обліку.

В умовах реорганізації у формі виділу пропонуємо відкривати для кожного акціонера (учасника) персональний субрахунок або код аналітичного рахунку 672.2 «Розрахунки з власниками КП шляхом їх подальшої конвертації (обміну)» для обліку розрахунків з акціонерами (учасниками) за належне їм майно, в умовах реорганізації товариств. При способі розміщення акцій, шляхом придбання всіх акцій, які створені при виділі товариства самим реорганізованим товариством, введення наведених вище субрахунків є недоречним.

Спроектуюмо особливості реорганізаційних операцій щодо елементів власного капіталу в обліку ГТ-учасників реорганізації шляхом виділу залежно від способу розміщення акцій (часток).

При способі розміщення акцій шляхом конвертації:

У товариства - ПД: за кредитом рахунку 672.2 «Розрахунки з власниками КП шляхом їх подальшої конвертації (обміну)» – відображаються сформовані зобов'язання товариства щодо обміну частини номінальної вартості корпоративних прав його власників на корпоративні права у АТ-ПН; за дебетом - відображається передача зобов'язання щодо конвертації (обміну) частини корпоративних прав власників за їх номінальною вартістю товариству-ПН;

У товариства - ПН: за кредитом рахунку 672.2 «Розрахунки з власниками КП шляхом їх подальшої конвертації (обміну)» – відображається прийняття зобов'язань товариства-ПД за номінальною вартістю корпоративних прав його власників; за дебетом - відображається виконання зобов'язань щодо конвертації (обміну) акцій нового випуску АТ-ПН на корпоративні права у товаристві-ПД.

При способі розміщення акцій шляхом розподілу акцій створеного товариства серед акціонерів товариства:

У товариства - ПД: за кредитом рахунку 672.2 «Розрахунки з власниками КП шляхом їх подальшої конвертації (обміну)» – формування зобов'язання товариства щодо конвертації (обміну) визначеної частини балансової вартості корпоративних прав його власників на корпоративні права у товаристві-ПН; за дебетом - відображається передача зобов'язання щодо конвертації (обміну) частини балансової вартості корпоративних прав власників товариства-ПД, товариству-ПН;

У товариства - ПН: за кредитом рахунку 672.2 «Розрахунки з власниками КП шляхом їх подальшого обміну» – відображається прийняття зобов'язань товариства-ПД щодо конвертації (обміну) визначеної частини балансової вартості корпоративних прав його власників на корпоративні права у товаристві-ПН; за дебетом - відображається виконання зобов'язань щодо конвертації (обміну) акцій нового випуску АТ-ПН на корпоративні права акціонерів товариства-ПД.

При способі розміщення акцій шляхом придбання всіх акцій створеного при виділі товариства самим реорганізованим товариством ризик порушення інтересів акціонерів мінімальний, то, на наш погляд можливо використовувати в обліку технічні прийоми. Так, визначена частина нерозподіленого прибутку товариства з якого здійснюється виділ, передається за розподільним балансом до нового товариства, де й трансформується в його статутний капітал. У акціонерного товариства, створеного шляхом виділу виникає необхідність анулювання акцій (частини акцій) товариств, що реорганізуються, і конвертації їх в акції новостворених товариств. Проте механізми такої конвертації нормативними

документами врегульовані недостатньо.

Таким чином, упорядкування обліково-правової інформації щодо власного капіталу в умовах реорганізації господарських товариств у формі виділу дозволило створити облікові моделі для практичного використання в управлінні власністю господарських товариств та облікового захисту майнових прав акціонерів (учасників) в операціях з акціями (частками).

Висновки (Conclusions)

На основі теоретичного узагальнення інформації з фахових та нормативних джерел доведена економіко-правова сутність реорганізації у формі виділу як фактору впливу на рух власності господарських товариств-учасників реорганізації та власного капіталу, як засобу реалізації права власності акціонерів (учасників).

Процес реорганізації у формі виділу супроводжується операціями з конвертації (обміну) акцій (часток), суттєвий вплив на які має пропорція (коефіцієнт конвертації), в якій здійснюється заміщення акцій (часток) одного товариства акціями (частками) іншого. На підставі детального аналізу норм, які регулюють порядок розміщення (обміну) та обігу акцій в умовах реорганізації виявлено, що при визначенні коефіцієнта конвертації базовим показником є тільки номінальна вартість акцій учасників реорганізації. Автором обґрунтовано пропозицію щодо використання такого коефіцієнта лише за участю в реорганізації ГТ-потенційного банкрута.

Результати проведеного дослідження реорганізаційних операцій з власним капіталом (акціями, частками) господарських товариств при їх реорганізації у формі виділу, уможливило побудову облікових моделей та її похідних в умовах виділу, які враховують численні варіанти розміщення корпоративних прав у товариствах-ПН та включають нормативно-правове, облікове, організаційне та математичне забезпечення з метою прийняття ситуаційних управлінських рішень щодо умов розміщення корпоративних прав акціонерів (учасників).

Запропонована модель обліку власного капіталу в умовах реорганізації у формі виділу, структурована за способами розміщення акцій (шляхом придбання, розподілу, конвертації), за складом учасників (за участю акціонерних товариств; за участю інших господарських товариств) та містить правовий зміст операцій з акціями у товариств-учасників реорганізації; пояснює вплив чистих активів у товариства-ПД на вибір ним додаткових процедур з акціями (деномінація акцій, додатковий випуск акцій), на зміни у елементах власного капіталу товариства, з якого здійснюється виділ; склад акціонерів та обсяги їх корпоративних прав.

Рекомендовано процедуру обліку реорганізаційних операцій, пов'язаних з трансформацією власності з урахуванням того, що в аспекті відносин «акціонер (учасник) - товариство» відбувається не правонаступництво, а припинення одних корпоративних відносин з їх відновленням у товаристві-ПН. В обліку відображається передача від товариства-ПД до товариства-ПН зобов'язання щодо розрахунків з власниками КП шляхом їх подальшої конвертації (обміну) з використанням транзитного рахунку 00 «Реорганізація». Після реєстрації статутного капіталу (змін у статутному капіталі) товариства-ПН, зазначена заборгованість погашається шляхом зарахування зустрічних однорідних вимог щодо участі акціонерів (учасників) у його статутному капіталі з відновленням корпоративних прав в повному обсязі.

Облік формування власного капіталу у товариства-ПН реорганізованого шляхом виділу представлено залежно від способу розміщення акцій (часток) (конвертації, розподілу акцій створюваного товариства серед акціонерів товариства, придбання всіх акцій створеного при виділі товариства самим реорганізованим товариством).

Конфлікт інтересів (Conflicts of interest)

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Фінансування (Funding)

Дослідження не отримало зовнішнього фінансування.

Внесок авторів (Authors contribution)

Концептуалізація, Ш.Є. та Р.О.; методика, Ш.Є.; формальний аналіз, Р.О.; візуалізація, Ш.Є.

Усі автори прочитали та погодились з опублікованою версією рукопису

Література (References)

- Bielousov, M. O., Polishchuk, I. R., & Razumna, O. A. (2011). Rozvytok metodyky bukhhalterskoho obliku vykupu ta rozmishchennia aktsii vlasnoi emisii. Visnyk ZhDTU, 2(56), 181-184. <https://eztuir.ztu.edu.ua/>
- Natsionalne polozhennia (standartu) bukhhalterskoho obliku 27 «Neoborotni aktyvy, utrymuvani dlia prodazhu, ta pryynena diialnist». <https://zakon.rada.gov.ua/>.
- Nazarova, I. Ya. (2009). Oblik ta rozkryttia informatsii v umovakh reorhanizatsii pidpriemstv (Doctoral dissertation, TNEU). <http://dspace.tneu.edu.ua/handle/316497/951>.
- Pylypenko, O. I. (2010). Korporatyvni prava v systemi bukhhalterskoho obliku:[monohrafiia]. Zhytomyr: FOP Kuzmin DL.
- Podatkovyi kodeks Ukrainy: Zakon Ukrainy, 2755-VI, 2010 r. <https://zakon.rada.gov.ua/>.
- Ponomarenko, N. M. (2008). Upravlinnia protsesom rostu vlasnoho kapitalu pidpriemstva (Doctoral dissertation, KhNEU).
- Pro aktsionerni tovarystva: Zakon Ukrainy, 514-IV, 2008r. <https://zakon.rada.gov.ua/>.
- Pro poriadok zdiisnennia emisii ta reiestratsii vypusku aktsii aktsionernykh tovarystv, yaki stvoriuiutsia shliakhom zlyttia, podilu, vydilu chy peretvorennya abo do yakykh zdiisniuietsia pryiednannia. Rishennia NKTsPFR, 520, 2013. <https://zakon.rada.gov.ua/>.
- Pro finansovu restrukturyzatsiiu: Zakon Ukrainy, 1414-VIII, 2016. <https://zakon.rada.gov.ua/>.
- Razborska, O. O. (2004). Oblik i audyt formuvannia ta rukhu statutnoho kapitalu vidkrytykh aktsionernykh tovarystv (Doctoral dissertation, KNTEU).
- Tiahnyriadno, L. L. (2010). Oblik i analiz vlasnoho kapitalu aktsionernykh tovarystv (Doctoral dissertation, KNEU).
- Shubenko, Ye.S. (2018). Modeliuvannia obliku vlasnoho kapitalu v umovakh reorhanizatsii hospodarskykh tovarystv (Doctoral dissertation, KNEU). <https://dspace.duet.edu.ua/jspui/handle/123456789/275>



Vol. 1 No. 2 (2023)

Available since: 2023
Published: 2 times a year

Founders: State University of Economics and Technology

ISSN: 3041-1246

E-mail: ete@duet.edu.ua Journal homepage: <https://ete.org.ua>

JEL: O1, O2

DOI: 10.62911/ete.2023.01.02.05

Increasing the efficiency of activities as a key to the sustainable functioning of a business organization in the conditions of war

Citation:

Khokhlova V., & Temchenko O. (2023). Increasing the efficiency of activities as a key to the sustainable functioning of a business organization in the conditions of war. Scientific and practical journal "Economics and technical engineering", 1(2), 66–76. <https://doi.org/10.62911/ete.2023.01.02.05>

Violeta Khokhlova

Education seeker, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: hohlovavioletta3@gmail.com

 *ORCID iD: 0009-0000-5767-4469*

Oleksandr Temchenko

Prof, DSc, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: temchenko_oa50@ukr.net

 *ORCID iD: 0000-0003-0020-2430*

Abstract: On modern market conditions, with a high level of instability, enterprises face significant challenges related to the action of military conflict or hostilities on the territory of the state. The relevance of this study comes from the growing need to study and understand the impact of the military conflict on business structures. The modern world is characterized by numerous threats, such as conflicts, terrorism, global crises, which cause instability and risks for enterprises. The purpose of this study is to identify and develop strategies, methods and tools that will provide business organizations with increased efficiency and sustainable functioning of their activities in wartime conditions. The main means of achieving the goal include the development and implementation of effective crisis management strategies, increasing the adaptability of the business organization, minimizing risks and ensuring a reliable financial condition. In addition, the article emphasizes the need for constant monitoring of external and internal factors that affect the company's activities, as well as the development of mechanisms for prompt response to changes in the military and economic environment. During the research, a number of methods were used, which are analysis, comparison, synthesis, abstraction, generalization and specification. As a result of the research, the following conclusions were drawn: there are certain potential threats and risks that arise in war conditions for the enterprise; proposed recommendations for improving the development of strategies for the protection of personnel and enterprise resources; the introduction of innovative technologies that can help a business organization minimize the consequences of military threats is considered. This research makes a significant contribution to the field of entrepreneurship so that others can understand the specifics of managing businesses in the context of military conflict and increase their readiness to act in situations of instability and crisis.

Received: 10/09/2023

Accepted: 15/11/2023

Keywords: efficiency; entrepreneurship; promotion strategy; war; protection of personnel and resources.




JEL: O1, O2

Increasing the efficiency of activities as a key to the sustainable functioning of a business organization in the conditions of war

Violeta Khokhlova

Education seeker, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: hohlovavioletta3@gmail.com

 ORCID iD: 0009-0000-5767-4469

Oleksandr Temchenko

Prof, DSc, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: temchenko_oa50@ukr.net

 ORCID iD: 0000-0003-0020-2430

Abstract: On modern market conditions, with a high level of instability, enterprises face significant challenges related to the action of military conflict or hostilities on the territory of the state. The relevance of this study comes from the growing need to study and understand the impact of the military conflict on business structures. The modern world is characterized by numerous threats, such as conflicts, terrorism, global crises, which cause instability and risks for enterprises. The purpose of this study is to identify and develop strategies, methods and tools that will provide business organizations with increased efficiency and sustainable functioning of their activities in wartime conditions. The main means of achieving the goal include the development and implementation of effective crisis management strategies, increasing the adaptability of the business organization, minimizing risks and ensuring a reliable financial condition. In addition, the article emphasizes the need for constant monitoring of external and internal factors that affect the company's activities, as well as the development of mechanisms for prompt response to changes in the military and economic environment. During the research, a number of methods were used, which are analysis, comparison, synthesis, abstraction, generalization and specification. As a result of the research, the following conclusions were drawn: there are certain potential threats and risks that arise in war conditions for the enterprise; proposed recommendations for improving the development of strategies for the protection of personnel and enterprise resources; the introduction of innovative technologies that can help a business organization minimize the consequences of military threats is considered. This research makes a significant contribution to the field of entrepreneurship so that others can understand the specifics of managing businesses in the context of military conflict and increase their readiness to act in situations of instability and crisis.


Keywords: efficiency; entrepreneurship; promotion strategy; war; protection of personnel and resources.

Підвищення ефективності діяльності як запорука стійкого функціонування підприємницької організації в умовах війни

Віолета Хохлова

Здобувач освіти, Державний університет економіки і технологій, Кривий Ріг Україна


e-mail: hohlovavioletta3@gmail.com

 ORCID iD: 0009-0000-5767-4469

Олександр Темченко

д. т. н, проф. Державний університет економіки і технологій, Кривий Ріг, Україна

e-mail: temchenko_oa50@ukr.net

 ORCID iD: 0000-0003-0020-2430

Анотація: На сучасних ринкових засадах, з високим рівнем нестабільності, підприємства стикаються зі значними викликами, пов'язаними з дією воєнного конфлікту або бойових дій на території держави. Актуальність дослідження виходить із зростаючої потреби вивчення та розуміння впливу воєнного конфлікту на підприємницькі структури. Мета дослідження полягає у визначенні та розробці стратегій, методів та інструментів, які забезпечать підприємницьким організаціям підвищення ефективності та стійке функціонування їх діяльності в умовах війни. Основні засоби досягнення поставленої мети включають розробку та впровадження ефективних стратегій кризового управління, підвищення адаптаційних здібностей підприємницької організації, мінімізацію ризиків та забезпечення надійного фінансового стану. Крім того, стаття акцентує увагу на необхідності постійного моніторингу зовнішніх і внутрішніх факторів, які впливають на діяльність підприємства, а також на розробку механізмів оперативного реагування на зміни у військовому та економічному середовищі. В процесі проведення дослідження було використано ланцюг методів: аналіз, порівняння, синтез, абстрагування, узагальнення та конкретизація. Було зроблено такі висновки: існують певні потенційні загрози та ризики, які виникають в умовах війни для підприємства; запропоновані рекомендації щодо покращення розвитку стратегій захисту персоналу та ресурсів підприємства; розглянуто введення інноваційних технологій, які можуть допомогти підприємницькій організації мінімізувати наслідки воєнних загроз. Це дослідження робить вагомий внесок у сферу підприємництва, щоб інші мали змогу зрозуміти особливості управління підприємствами в умовах воєнного конфлікту та підвищити їхню готовність до дії в умовах нестабільності та кризових ситуацій.

Ключові слова: ефективність; підприємництво; стратегія підвищення; війна; захист персоналу та ресурсів.

Вступ (Introduction)

В умовах війни, коли підприємницькі організації піддаються серйозному випробуванню, питання ефективності їхньої діяльності стає особливо актуальним. Збереження стійкого функціонування підприємств у таких надзвичайних умовах вимагає від підприємців і керівників не тільки відповідальності та рішучості, але й комплексного підходу до управління. Одним із ключових аспектів такого підходу є підвищення ефективності діяльності підприємницької організації. Вивчення питання підвищення ефективності діяльності підприємницької організації допомагає зрозуміти, як досягти цих переваг і покращити загальну продуктивність та успішність підприємства. Крім цього, потрібно вивчати засоби для підвищення ефективності діяльності підприємницької організації з метою збільшення прибутку, збереження ресурсів та сталого розвитку підприємства, забезпечення гідного рівня конкурентоспроможності, також покращення якості продукції та задоволення клієнтів. Підвищення ефективності дозволяє покращити якість продукції або послуг, що надаються сучасним підприємством.

Умови війни мають серйозний вплив на функціонування підприємницьких організацій, що вимагає суттєвого поліпшення ефективності їх діяльності. Воєнний конфлікт призводить до зміни умов господарювання, зростає ризик для безпеки, зменшується доступ до ресурсів, технологій та ринків. У таких надзвичайних обставинах підприємства мають забезпечити свою стійкість та здатність до пристосування. Звідси виникає проблема, що підприємницькі організації, зокрема ті, що діють в умовах війни, часто знаходяться перед викликом ефективно виконувати свої функції і завдання. Вони повинні забезпечити стабільне функціонування, виробництво, постачання товарів та послуг, залучення ресурсів із зовнішніх джерел, управління ризиками та збереження конкурентоспроможності.

Саме тому, підвищення ефективності діяльності підприємницької організації в умовах війни є запорукою її стійкості і успішного функціонування. Однак на сьогоднішній день існує недостатньо досліджень та розробок, спрямованих на розуміння проблем, з якими стикаються

підприємства під час воєнного конфлікту, та на визначення конкретних стратегій і практик, які можуть допомогти підприємцям у покращенні ефективності їх діяльності.

Основна проблема, яку необхідно вирішити, полягає у пошуку та розробці стратегій, методів та інструментів, які забезпечать підприємницьким організаціям підвищення ефективності їх діяльності в умовах війни. Це вимагає ґрунтовного аналізу факторів, що впливають на ефективність, вивчення найкращих практик, розробки стратегій управління ризиками, пошуку нових джерел ресурсів, впровадження інноваційних підходів та забезпечення міцної організаційної структури.

Мета дослідження полягає у визначенні та розробці стратегій, методів та інструментів, які забезпечать підприємницьким організаціям підвищення ефективності та стійке функціонування їх діяльності в умовах війни.

Питання щодо підвищення ефективності підприємницької діяльності в умовах війни насамперед висвітлюється у дослідженнях українських вчених, серед яких (D. Antonyuk, 2023), (Doroshenko, 2022), (Bezzubko, 2022), (Yaroshenko, 2022), (Zelenin, 2023), (Prokopyshyn, 2022), (Zhuk, 2022), (Hordiienko, 2022), (Syrtseva, 2022), (Bohashko, 2022), (Yemelyanov, 2020), (Dymchenko, 2023). Вони розглянули дотичні теми, які перетинаються з ефективністю підприємницької діяльності такі як: впливовість інвестицій як спосіб залучення фінансування для відновлення економіки України, особливості формування стратегій вітчизняних підприємств під час війни, або коучинг у розвитку лідерських якостей керівників національних бізнес-організацій в умовах війни. За допомогою робіт українських дослідників відбулася популяризація цієї теми до авторів зарубіжних країн. Наприклад, (Zhang, 2022), (Nazli, 2023), (Muhamediyeva, 2022) розглянули адаптацію місцевого бізнесу до російсько-української війни, цифрову трансформацію підприємства та ефективність виробництва. Проте підвищення ефективності діяльності підприємницької організації в умовах війни потребує розгляду та застосування нових методів для пропонування стратегії, що забезпечить стійкий розвиток та успішне функціонування вітчизняних підприємств.

Матеріали та методи (Materials and Methods)

У складовій дослідження було використано широкий спектр матеріалів, щоб детально вивчити питання підвищення ефективності діяльності підприємницької організації в умовах війни. Основними джерелами інформації були сучасні наукові праці, рецензування та аналіз публікацій, що стосуються підвищення ефективності підприємницької діяльності під впливом воєнного конфлікту та нестабільності.

Одним з основних методів, який був використаний у цьому дослідженні є метод аналізу. За допомогою нього було проведено спочатку збір, а після детального вивчення кожного джерела, вибрано суттєву інформацію, що стосується кожного з аспектів дослідження. Використання саме цього методу є необхідним для дослідження поточного стану підприємницької організації в умовах війни і залучення фінансової діяльності, управлінської стратегії, конкурентної ситуації тощо.

Наступним методом став метод порівняння. За допомогою цього методу вдалося порівняти діяльність підприємств, які успішно функціонують в умовах війни, та тих, які стикаються з труднощами. Це допомогло виділити ключові відмінності та фактори успіху.

За рахунок використання в дослідженні методу синтезу: зібрані дані та інформація, отримані під час аналізу, були об'єднані в єдину систему результатів. Це дозволило сформулювати комплексні рекомендації щодо підвищення ефективності діяльності підприємства.

Також у процесі наукового дослідження було використано метод абстрагування. Завдяки йому вдалося виділити загальні закономірності та принципи, які можна застосовувати в умовах війни для різних типів підприємств.

Іншими методами, які були використані у дослідженні, стали методи узагальнення та конкретизації. Перший із зазначених методів був використаний для узагальнення результатів

аналізу та порівняння; для створення загального образу стійкого функціонування підприємницьких організацій в умовах війни. Конкретизація була використана з метою акцентування уваги на окремих важливих аспектах інформації, які є суттєвими в контексті розгляду цієї статті. Також було розроблено конкретні ділові рекомендації та стратегії для підприємств залежно від їхньої специфіки та умов функціонування.

Ці методи дозволять структурувати та систематизувати інформацію, роблячи дослідження більш об'єктивним та важливим для практичного використання підприємцями в умовах війни.

Мета статті полягає у визначенні та розробці стратегій, методів та інструментів, які забезпечать підприємницьким організаціям підвищення ефективності та стійке функціонування їх діяльності в умовах війни.

Результати (Results)

Аналіз потенційних загроз та ризиків, які виникають під час воєнних конфліктів, є ключовим етапом у розробці стратегій захисту та стійкості підприємств.

Воєнні конфлікти викликають низку серйозних викликів і загроз, які можуть масштабю впливати на діяльність підприємств та їх персонал. Нижче на рис. 1 наведено аналіз ключових потенційних загроз та ризиків, які виникають в контексті воєнних конфліктів для сучасних підприємств.

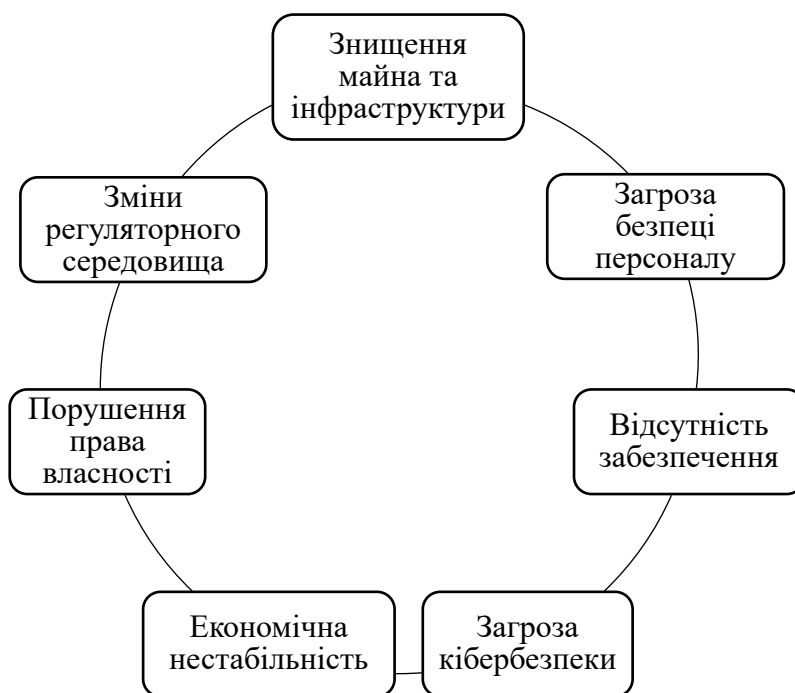


Рисунок 1. Потенційні загрози та ризики, які виникають в контексті воєнних конфліктів для сучасних підприємств

Джерело: Розроблено авторами

Військові операції можуть спричинити значні втрати майна та інфраструктури, що може суттєво вплинути на здатність підприємств здійснювати виробничу діяльність, забезпечувати постачання товарів чи послуг. Знищення транспортної інфраструктури також може обмежити можливості переміщення товарів та персоналу.

Воєнні конфлікти створюють серйозні загрози для безпеки персоналу підприємства. Ризик викрадення, нападу чи терористичних актів може стати реальністю в умовах збройного конфлікту.

Воєнні конфлікти можуть призвести до порушення ланцюжків постачання та відсутності необхідних ресурсів для виробництва продукції або надання послуг. Це може створити

серйозні перешкоди для функціонування підприємства. Можуть активізуватися кібератаки та кібершпигунство із-за воєнних конфліктів, які спрямовані на підприємства. Атаки на інформаційні системи можуть призвести до витоку конфіденційної інформації, втрати даних або паралізувати роботу підприємства.

Економічну нестабільність можуть спричинити воєнні конфлікти у регіоні чи країні, де діє підприємство. Це може призвести до коливань у вартості валюти, зростання інфляції, економічного спаду та зниження покупної спроможності споживачів. Воєнні конфлікти можуть призвести до порушення прав власності, конфіскації майна або незаконних дій владних структур, що може суттєво підірвати діяльність підприємства. Також воєнні конфлікти призводять до змін у регуляторному середовищі, включаючи введення економічних санкцій чи обмежень на діяльність підприємств.

Загалом воєнні конфлікти створюють ряд складних викликів для підприємств. Отже, важливо ретельно аналізувати та розробляти стратегії для захисту персоналу та ресурсів, забезпечувати та підтримувати стійкість діяльності підприємства в умовах економічної нестабільності та конфліктів.

За допомогою дослідження проекту «Економічної правди» вдалося порівняти діяльність підприємств, які успішно функціонують в умовах війни, і тих, які стикаються з труднощами, тим самим дозволяють виділити ключові фактори успіху на табл. 1

Таблиця 1. Фактори успіху підприємств, які успішно функціонують в умовах війни

Фактори	Їх характеристика
Гнучкість та адаптивність	Успішні підприємства виявляють високу гнучкість у вирішенні завдань та здатність адаптуватися до змін у середовищі. Вони швидко переглядають стратегії та процеси, щоб відповісти на нові виклики.
Диверсифікація	Вони інвестують у різноманітні галузі та ринки, щоб зменшити ризики та залежність від одного напрямку. Це дозволяє їм компенсувати збитки в одному секторі за рахунок прибутків в інших.
Кризове управління	Успішні підприємства мають ретельно продумані плани кризового управління, які допомагають ефективно реагувати на негативні події та швидко відновлювати нормальний режим роботи.
Ефективна комунікація	Підприємства прагнуть підтримувати відкриту та ефективну комунікацію як внутрішньої, так і зі своєю аудиторією. Це допомагає зберегти довіру клієнтів та співробітників.

Джерело: Розроблено авторами

А в табл. 2 наведені труднощі з якими стикаються підприємства під час функціонування в умовах війни.

Таблиця 2. Труднощі з якими стикаються підприємства під час функціонування в умовах війни

Фактори	Їх характеристика
Недостатність планування	Підприємства можуть бути недостатньо підготовленими до умов війни через відсутність чітких стратегій та планів дій.
Залежність від зовнішніх факторів	Підприємства, які сильно залежать від зовнішніх постачальників або ринків, можуть бути вразливими перед військовими конфліктами та санкціями.

Відсутність резервів	Недостатність фінансових резервів може призвести до важкостей у фінансуванні діяльності в умовах війни.
Недостатність інновацій	Підприємства, які не інвестують у нові технології та інновації, можуть втратити конкурентну перевагу у складних умовах.

Джерело: Розроблено авторами

Загальною відмінністю є те, що успішні підприємства активно використовують кризові ситуації як можливості для росту та розвитку, в той час як інші можуть залишитися у спіралі проблем через недостатнє реагування та адаптацію.

В умовах війни підприємства будь-якого типу стикаються з викликами і загрозами, які можуть серйозно вплинути на їхню діяльність і навіть існування. Для забезпечення стійкості і ефективності функціонування підприємств в умовах війни можна застосовувати такі загальні закономірності та принцип на рис. 2.

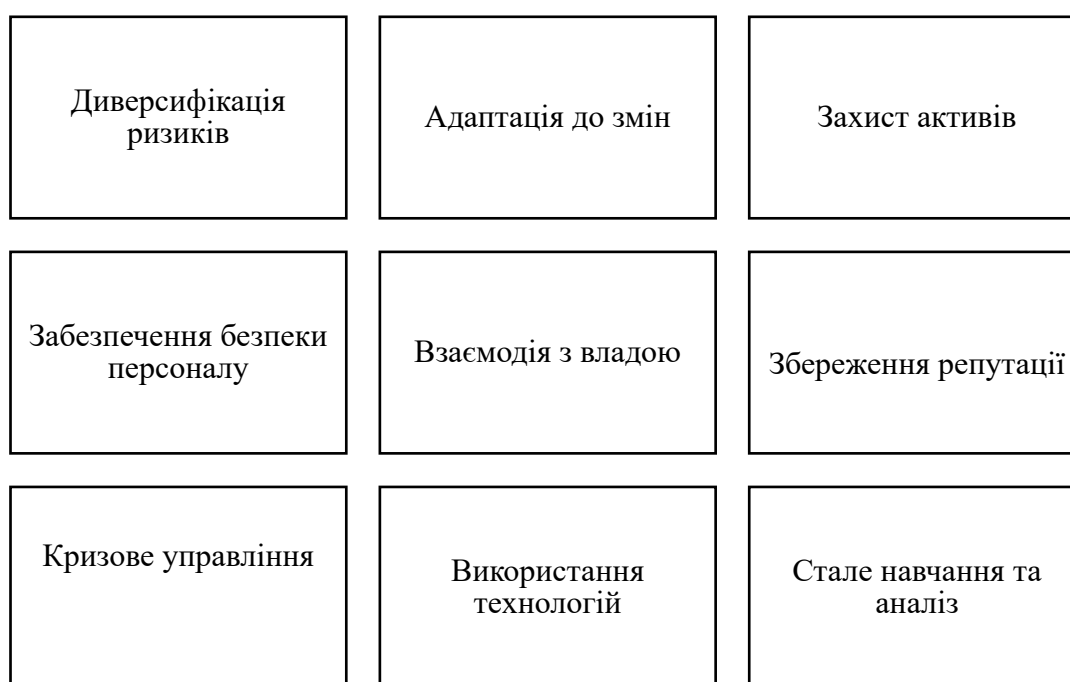


Рисунок 2. Загальні закономірності та принципи, які можна застосовувати в умовах війни для різних типів підприємств.

Джерело: Розроблено авторами

Підприємства повинні розглядати можливість розширення діяльності на різні галузі або ринки, щоб зменшити вплив конфлікту в одному напрямку. Тому диверсифікація ризиків допомагає зменшити їх та підвищити стійкість.

Також підприємства повинні бути готові швидко реагувати на зміни у внутрішньому та зовнішньому середовищі. Це може включати перегляд стратегії, перепрофілювання виробництва чи розробку нових продуктів.

Збереження фінансових та матеріальних ресурсів є критично важливим. Підприємства повинні вживати заходів для захисту від збитків, крадіжок і втрат.

Безпека працівників повинна бути високим пріоритетом. Це може включати надання інструкцій щодо поведінки в екстремальних ситуаціях, організацію евакуаційних планів і надання необхідного обладнання.

Потреба підприємства підтримувати зв'язок і взаємодіяти з владними органами для отримання інформації та захисту своїх інтересів. Розуміння правил і обмежень, що діють в умовах війни, є важливим.

Репутація підприємства є цінним активом. Підприємства повинні бути обережними у своїх діях і комунікаціях, щоб уникнути негативного впливу на свою репутацію в умовах війни.

Розробка планів кризового управління і кризової комунікації є важливою складовою успішного функціонування в умовах війни. Підприємства повинні знати, як діяти під час кризових ситуацій і як ефективно спілкуватися зі зацікавленими сторонами.

Використання сучасних технологій, включаючи цифрові рішення, можуть допомогти підприємствам підтримувати зв'язок з клієнтами, оптимізувати процеси та надавати послуги в умовах війни.

Підприємства обов'язково повинні навчатися на власних помилках і використовувати аналіз досвіду для покращення своєї підготовленості до подібних ситуацій у майбутньому.

Застосування цих загальних принципів і закономірностей допомагає підприємствам зберегти стійкість і ефективність у важких умовах війни та конфлікту. Однак кожне підприємство має свої унікальні особливості, і важливо адаптувати загальні принципи до своєї конкретної ситуації і галузі.

На основі розглянутих потенційних загроз та ризиків, також загальних закономірностей та принципів були розроблені та запропоновані рекомендації щодо розвитку стратегій захисту персоналу та ресурсів під час конфліктів, що наведені на рис.3.



Рисунок 3. Рекомендації щодо розвитку стратегій захисту персоналу та ресурсів під час воєнного конфлікту

Джерело: Розроблено авторами

Першим кроком у розробці стратегій захисту є детальна оцінка ризиків та вразливостей підприємства в умовах воєнного конфлікту. Проведення аналізу можливих загроз і збитків, які можуть виникнути внаслідок конфлікту, допоможуть визначити найбільш критичні області, що потребують захисту.

Розробка докладних планів евакуації та заходів безпеки допоможе підтримувати безпеку персоналу під час воєнного конфлікту. Персонал повинен бути навчений правильно реагувати на небезпеку та швидко евакуюватись до безпечних зон.

Застосування додаткових заходів безпеки на території підприємства, таких як контроль доступу, встановлення відеоспостереження та охоронних систем, допоможе знизити ризик неправомірного доступу та інших фізичних загроз. Також підприємству слід забезпечити достатні запаси життєзабезпечення (наприклад, їжі, води, медикаментів) для персоналу на випадок надзвичайних ситуацій.

Важливо забезпечити регулярне резервування даних та інформації компанії, а також зберігання резервних копій на захищених серверах. Це допоможе уникнути втрати важливих даних під час можливих кібератак або інших небезпек. Підприємствам слід розвивати механізми співпраці з правоохоронними органами та військовими структурами для отримання додаткової підтримки та захисту в разі необхідності.

Персонал повинен бути навчений процедурам безпеки, евакуації та взаємодії з військовими або правоохоронними органами в умовах конфлікту. Регулярні тренування та семінари допоможуть підтримувати високий рівень готовності персоналу до небезпек.

Встановлення систем попередження та спостереження допоможе забезпечити раннє виявлення можливих загроз та вчасну реакцію на них.

Ці рекомендації допоможуть підприємствам розробити ефективні стратегії захисту персоналу та ресурсів під час воєнних конфліктів та забезпечити оптимальний рівень стійкості у небезпечних умовах. Крім цього, необхідно впроваджувати інноваційні технології та системи безпеки, які відіграють важливу роль у мінімізації наслідків воєнних загроз для сучасних підприємств. Дослідження цієї теми можуть включати наступні аспекти, що наведені на рис.4.



Рисунок. 4. Інноваційні технології та системи безпеки, які мінімізують наслідки воєнних загроз для сучасних підприємств

Джерело: Розроблено авторами

Технологічний аналіз інноваційних рішень потрібен для проведення огляду інноваційних технологій, що можуть бути застосовані для забезпечення безпеки під час воєнних загроз. При цьому необхідно вивчити технічні характеристики та переваги цих рішень. Також необхідно дослідити роль розпізнавальних систем для виявлення та ідентифікації можливих загроз, які допомагають забезпечити швидку реакцію на небезпеку, а саме:

- застосувати інноваційні методи підготовки персоналу до дії в умовах конфлікту, включаючи військовий тренінг та симуляції;
- розглянути питання кібербезпеки та необхідність захисту інформаційних систем підприємств в умовах конфлікту;
- з'ясувати, які інноваційні рішення можуть забезпечити захист від кібератак;
- дослідити використання сучасних криптографічних методів та шифрування для захисту інформації від несанкціонованого доступу;
- визначити інноваційні рішення для захисту фізичної інфраструктури підприємства від можливих нападів;
- необхідно вивчити можливості використання БПЛА та безпілотних транспортних засобів для перевезення персоналу або вантажу в умовах конфлікту з мінімізацією ризиків, моніторингу та забезпечення безпеки території підприємства в умовах воєнних загроз.
- розглянути можливості використання штучного інтелекту та дронів для прогнозування, аналізу можливих загроз і створенню безпечних зон навколо підприємства та захисту персоналу.

Висновки (Conclusions)

Отже, за результатами дослідження розроблені важливі рекомендації для підприємств щодо розвитку стратегічних планів стійкості та забезпечення безпеки персоналу і ресурсів в умовах війни. З метою спільного подолання наслідків воєнного конфлікту було рекомендовано підприємствам активно співпрацювати з владними органами та громадськими структурами. Кожному підприємству під час війни для підвищення ефективності необхідно оцінити ризики, мати змогу забезпечити безпеку персоналу та ресурсів. Також потрібно впроваджувати інноваційні технології і систему безпеки на підприємстві. Очевидно, розвиток стратегічних планів стійкості та забезпечення безпеки в умовах воєнних загроз є надзвичайно важливим завданням для підприємств. Впровадження інноваційних технологій та систем безпеки, співпраця з владними органами та громадськими структурами, а також належна підготовка персоналу допоможуть підвищити ефективність, стабільність та успішність діяльності підприємств у складних умовах війни. У науковому дослідженні розглянуто актуальне питання підвищення ефективності діяльності підприємницьких організацій в умовах війни. Військові конфлікти та геополітичні напруження можуть суттєво позначитися на функціонуванні підприємств, але вони також можуть стати джерелом нових можливостей та зростання. Застосування методів аналізу, порівняння, синтезу, абстрагування, узагальнення та конкретизації дозволили розглянути цю проблему в комплексі та виявити ключові фактори, що впливають на успішну діяльність підприємств в умовах війни. Важливо підкреслити, що підприємства повинні бути готовими до непередбачуваних ситуацій і постійно адаптуватися до змін у світовому порядку. Тільки так вони зможуть досягти стійкого функціонування та розвитку навіть в умовах війни. Також важливо зауважити, що успішність підприємств в умовах війни залежить не лише від їхніх матеріальних ресурсів, але і від гнучкості, вміння приймати стратегічні рішення та ефективно взаємодіяти з внутрішніми та зовнішніми факторами.

Конфлікт інтересів (Conflicts of interest)

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Фінансування (Funding)

Це дослідження не отримало зовнішнього фінансування.

Внесок авторів (Authors contribution)

Автори цієї наукової статті внесли значний внесок у дослідження та аналіз питань, пов'язаних з підвищенням ефективності підприємницьких структур в умовах війни. Кожен автор приніс свої унікальні знання та професійний досвід. Це допомогло створити дослідницьку статтю. Далі буде подано короткий огляд внеску кожного автора. Здійснення аналізу, Х.В.; літературний огляд, Х.В.; збір та аналіз даних, Х.В.; використання методу порівняння, Х.В.; розробка рекомендацій, Х.В.; об'єднання результатів аналізу, Т.О.; комплексний огляд літератури, Т.О.; організація матеріалів, Т.О.; внесок у розділ "Матеріали та методи" статті, Т.О. Усі автори прочитали та погодилися з опублікованою версією рукопису.

Література (References)

Antoniuk, D. (2023, April). New functions of business associations during the war and post-war period. In *Rebuild Ukraine: the cause of the entire civilized world*. Tower-Druk, 9-12. <https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/22195/1/11-14.pdf>

- Bezzubko, B., & Tkachenko, M. (2022). Peculiarities of the formation of strategies of Ukrainian enterprises during the war. *Galician economic bulletin of the Ternopil National Technical University*, 78(5-6), 96-102. https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu2022.05_06.096
- Bohashko, O. L. (2022). Recommendations for improving the efficiency of innovation activities of entrepreneurship in the conditions of the Russian-Ukrainian war. *Publishing House "Baltija Publishing"*. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-223-4-5>
- Dymchenko, O., Smachylo, V., & Rudachenko, O. (2023). Ukrainian entrepreneurship during the war: realities and prospects. VII International scientific and practical conference in the system of the Ministry of Education and Science "Management of the development of socio-economic systems", 14-15. https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/32197/1/VII_konf_URSES_DBTU_2023-15-16.pdf
- Hordiienko, Y., & Prykhodko, O. (2022). State Support of Entrepreneurial Activity During the War in Ukraine. *SSP Modern Economics, State and Public Administration*, 1(1), 1-10. <https://doi.org/10.53933/mespa.v1i1.75>
- Muhamediyeva, D., & Abdul-Azalova, M. (2022). Evaluation Of The Efficiency Of The Business Processes Of The Enterprise. *Scientific Collection «InterConf»*, (112), 325-328. <https://archive.interconf.center/files/journals/3/issues/12/public/12-16-PB.pdf#page=326>
- Nazli, M. (2023). Adaptation of local businesses to the new era during the COVID-19 and the Russia-Ukraine war: case of Çeşme. *Current Issues in Tourism*, 1-12. <https://doi.org/10.1080/13683500.2023.2200922>
- Olena, D., & Natalia, S. (2022). Impact investments as a way of attracting financing for recovery of Ukraine's economy. 359. <http://surl.li/kruhZ>
- Prokopyshyn O. S., Trushkina, N. V., Serbina, T. V. (2022). Regarding the Organization of Foreign Economic Logistics Activities of Agrarian Enterprises in the Conditions of War. *Visnyk ekonomichnoi nauky Ukrainy*, 1 (42), pp. 209-217. [https://doi.org/10.37405/1729-7206.2022.1\(42\).209-217](https://doi.org/10.37405/1729-7206.2022.1(42).209-217)
- Syrtsseva, S., Ivaniuk, U., Fedotova, I., Hurina, O., Dovzhyk, O., & Nazarenko, O. (2022). Innovative potential and development of Ukrainian small enterprises during the war (2022-2023). *Revista Amazonia Investiga*, 11(58), 222-232. <https://doi.org/10.34069/AI/2022.58.10.24>
- Ukrainian Pravda. Business in the conditions of war: who suffered the greatest losses and how businesses recover. URL: <https://www.epravda.com.ua/publications/2022/03/23/684549/> (data accessed: 01.09.2023)
- Yaroshenko, O., & Lutsenko, O. (2022). Working in war: The main changes in labour relations and working Conditions under martial law in Ukraine. *Access to Justice in Eastern Europe*, 5, 139-155. <https://doi.org/10.33327/AJEE-18-5.4-a000466>.
- Yemelyanov, O., Petrushka, T., Symak, A., Trevoho, O., Turylo, A., Kurylo, O., ... & Lesyk, L. (2020). Microcredits for sustainable development of small Ukrainian enterprises: Efficiency, accessibility, and government contribution. *Sustainability*, 12(15), 6184. <https://doi.org/10.3390/su12156184>
- Zelenin, V. (2023). Coaching in the Development of Leadership Qualities of Heads of Ukrainian Business Organizations in the Conditions of War. *International Journal of Professional Business Review: Int. J. Prof. Bus. Rev.*, 8(5), 18. <https://doi.org/10.26668/businessreview/2023.v8i5.1774>
- Zhang, T., Shi, Z. Z., Shi, Y. R., & Chen, N. J. (2022). Enterprise digital transformation and production efficiency: mechanism analysis and empirical research. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 35(1), 2781-2792. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2021.1980731>
- Zhuk, O. S., Pashkuda, T. V. (2022). Management of labor efficiency at the enterprise in the conditions of war. "Baltija Publishing" publishing house. 97-102. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-223-4-14>



Vol. 1 No. 2 (2023)

Available since: 2023

Published: 2 times a year

Founders: State University of Economics and Technology

ISSN: 3041-1246

E-mail: ete@duet.edu.ua Journal homepage: <https://ete.org.ua>

JEL: D290, M41

DOI: 10.62911/ete.2023.01.02.06

Professional Unions: Public Position and Accounting Activities


Citation:

Kondratiuk, O., & Dutchak, R. (2023). Professional Unions: Public Position and Accounting Activities. Scientific and practical journal "Economics and technical engineering", 1(2), 77–86. <https://doi.org/10.62911/ete.2023.01.02.06>

Olha Kondratiuk

Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: kondratyuk_om@duet.edu.ua

 *ORCID iD: 0000-0003-1000-0568*

Ruslan Dutchak

PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: dutchak_rr@duet.edu.ua

 *ORCID iD: 0000-0002-4837-068X*

Abstract: Professional associations in the form of trade unions have existed for several centuries and are of interest to both academic and business circles. The initial reasons for the emergence of trade unions are related to the historical development of society and changes in production methods. Trade unions emerged as a form of self-organization and self-defense of employees who found themselves in conditions of disadvantage and social injustice. The main issues addressed by trade unions were wages, working conditions, and protection of employees' rights. Trade unions are involved in regulating labor, social and economic relations between workers, employers and the state. Globalization has caused transformational changes in trade unions. Consequently, their social positions have changed. Analytical and synthetic research methods were used to study the current state of trade unions and accounting features. Analytical methods consist in studying the essence and functions of trade unions and comparing them at different moments of society's development, identifying the factors that have influenced the transformation of trade unions over time. Synthetic methods consist in combining parts into a whole, creating new phenomena or concepts based on already known ones. These methods allow generalizing, systematizing, comparing and evaluating information obtained from different sources and drawing reasonable conclusions. The method of "online interview" was used, which is a method of conducting individual interviews through online communication tools such as e-mail, chat, video or audio communication. The method was used to obtain information from the heads and accountants of trade union organizations in the Dnipro region about the role of citizens' associations, accounting features, and their participation in solving statutory issues of trade unions. The results of the research allowed us to reveal the gradual transformation of trade unions at the international level and the need for accounting solutions to new challenges. These results can be useful for teachers, accountants, and trade union leaders to determine the trajectory of development of a particular organization.

Received: 10/09/2023

Accepted: 15/11/2023



Keywords: trade union, social position, transformation, accounting, budget, financial statements


JEL: D290, M41

Professional Unions: Public Position and Accounting Activities

Olha Kondratiuk

Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: kondratyuk_om@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0003-1000-0568

Ruslan Dutchak

PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: dutchak_rr@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0002-4837-068X

Abstract: Professional associations in the form of trade unions have existed for several centuries and are of interest to both academic and business circles. The initial reasons for the emergence of trade unions are related to the historical development of society and changes in production methods. Trade unions emerged as a form of self-organization and self-defense of employees who found themselves in conditions of disadvantage and social injustice. The main issues addressed by trade unions were wages, working conditions, and protection of employees' rights. Trade unions are involved in regulating labor, social and economic relations between workers, employers and the state. Globalization has caused transformational changes in trade unions. Consequently, their social positions have changed. Analytical and synthetic research methods were used to study the current state of trade unions and accounting features. Analytical methods consist in studying the essence and functions of trade unions and comparing them at different moments of society's development, identifying the factors that have influenced the transformation of trade unions over time. Synthetic methods consist in combining parts into a whole, creating new phenomena or concepts based on already known ones. These methods allow generalizing, systematizing, comparing and evaluating information obtained from different sources and drawing reasonable conclusions. The method of "online interview" was used, which is a method of conducting individual interviews through online communication tools such as e-mail, chat, video or audio communication. The method was used to obtain information from the heads and accountants of trade union organizations in the Dnipro region about the role of citizens' associations, accounting features, and their participation in solving statutory issues of trade unions. The results of the research allowed us to reveal the gradual transformation of trade unions at the international level and the need for accounting solutions to new challenges. These results can be useful for teachers, accountants, and trade union leaders to determine the trajectory of development of a particular organization.


Keywords: trade union, social position, transformation, accounting, budget, financial statements

Професійні об'єднання: суспільна позиція та бухгалтерський облік діяльності

Ольга Кондратюк,

к.е.н., доцент, Державний університет економіки і технологій, Україна


e-mail: kondratyuk_om@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0003-1000-0568

Руслан Дутчак,

к.е.н., доцент, Державний університет економіки і технологій, Україна

e-mail: dutchak_rr@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0002-4837-068X

Анотація: Професійні об'єднання у вигляді професійних спілок існують кілька століть та викликають інтерес, як у наукових, так і у ділових колах. Первісні причини виникнення профспілок пов'язані з історичним розвитком суспільства та зміною способів виробництва. Профспілки виникли як форма самоорганізації та самозахисту найманих працівників, які опинилися в умовах знедолення та соціальної несправедливості. Основними питаннями, якими опікувалися професійні спілки, були: розмір оплати, умови праці, захист прав найманих працівників. Профспілки беруть участь у регулюванні трудових, соціальних та економічних відносин між робітниками, роботодавцями та державою. Глобалізація спричинила трансформаційні зміни професійних спілок. Отже, змінилися їх суспільні позиції. Для дослідження сучасного стану професійних об'єднань та особливостей бухгалтерського обліку використано аналітичні та синтетичні методи дослідження. Вони дозволяють систематизувати, узагальнити, порівняти та оцінити інформацію, отриману з різних джерел та зробити обґрунтовані висновки. Використано метод «інтерв'ю-онлайн» - це метод, який полягає в проведенні індивідуальних бесід за допомогою онлайн-засобів комунікації, таких як електронна пошта, чат, відео- або аудіо-зв'язок. За його допомогою отримано інформацію від керівників та бухгалтерів профспілкових організацій Дніпровського регіону про роль об'єднань громадян, особливості обліку, їх участь у вирішенні статутних питань професійних спілок. Результати досліджень дозволили охарактеризувати трансформацію профспілок на міжнародному рівні, визначити їх сучасну позицію в суспільстві та необхідність нормативного урегулювання та адаптації бухгалтерського обліку для забезпечення рішення нових завдань.

Ключові слова: профспілка, суспільна позиція, трансформація, бухгалтерський облік, бюджет, звітність

Вступ (Introduction)

Дослідження профспілок, зміна їх ролі з розвитком суспільства, та суміжних тем складають мільйони записів (3 600 000) у Google Scholar. Чисельність публікацій авторів останні роки вражає. Це говорить про значний інтерес до ролі профспілок, їх сучасної позиції, досліджень взаємного впливу профспілок і суспільства, взаємної трансформації під дією чисельних факторів. Отже, і актуальність теми дослідження зростає.

Суспільна позиція щодо професійних спілок відображена на сайтах громадських організацій та професійних спілок, матеріалах конференцій та звітів, публікаціях вчених та практиків.

Розширення діяльності профспілок сьогодні впливає на особливості бухгалтерського обліку їх діяльності. За даними Google Scholar нараховується до 4 000 публікацій, які містять лексеми «бухгалтерський облік» та «профспілки» у своїх назвах, абстрактних або ключових словах. Розширення кола питань та оновлення іміжду профспілок, зумовлюють відповідні зміни в організації та технології бухгалтерського обліку, звітуванні, що є особливо важливим для донорів, грантодавців, ділових партнерів та самих бухгалтерів.

Найбільша кількість публікацій, які стосуються бухгалтерського обліку в профспілках, була опублікована в 1990-х та 2000-х роках в США, Великій Британії, Україні та Німеччині. Це пов'язано з тим, що: 1) в цей період відбувалися значні зміни в економічній, політичній та соціальній сферах в багатьох країнах світу, які впливали на роль та функції профспілок та обліку; 2) в цих країнах профспілки мають давню історію, сильний вплив на економіку та політику, високий рівень організованості та активності.

В останні роки кількість публікацій стосовно бухгалтерського обліку в профспілках зменшилась, у порівнянні з зазначеним вище періодом. Враховуючи такі фактори, як глобалізація, діджиталізація, аутсорсинг, необхідність підтримування демократичності, прозорості й відповідальності перед своїми членами і суспільством, змінюються завдання бухгалтерського обліку, технології формування облікової інформації та звітування. Бухгалтерський облік є необхідним інструментом, який допомагає профспілкам виконувати

свою місію та цілі, захищати права та інтереси працівників. Отже, потребує дослідження та розкриття цих змін.

Теорію розвитку профспілок та трансформацію під впливом чисельних факторів викладено в публікаціях, які представлені Міжнародною організацією праці (How are trade unions adapting to changes in the world of work, 2023), (Trade unions have important challenges ahead of them, 2023), Чартерним інститутом розвитку персоналу (An introduction to Trade Unions and how to work with them effectively, 2022), Глобальним індустріальним союзом (Just Transition: Unions demand bold action at COP28, 2023); in European Industrial Relations Dictionary (Trade union, 2021); в публікаціях і дослідженнях (Hlushchenko 2021), (Doucouliagos, Freeman, Laroche 2017, 2018), (Айонuevo 2023) та в інших джерелах. Профспілки досліджені як робочий рух, як організації, членами яких, як правило, є робітники або службовці; як монополії чи громадський голос; як важливі інститути, котрі впливають на різні результати в економіці та суспільстві, такі як заробітна плата, продуктивність, безробіття, нерівність, дискримінація, освіта, здоров'я, політика та демократія. Доведено, який вплив спричинила міграція, та які нові позиції займає зараз профспілковий рух. Зважаючи на кількість праць, необхідно узагальнити світовий досвід розвитку профспілкового руху та виявити взаємний вплив змін в суспільстві, позиції профспілок та відповідні зміни бухгалтерського обліку в професійних, неприбуткових об'єднаннях.

Метою статті є дослідження трансформаційних змін та місця профспілок в суспільстві, розкриття особливостей обліку діяльності профспілок, викликаних трансформаціями.

Результати (Results)

Професійні спілки мають давню історію, яка почалася в часи промислової революції в XVIII-XIX століттях. Вони виникли як реакція на несправедливі та небезпечні умови праці. З того часу професійні спілки розвивалися та адаптувалися до змін у економіці, технологіях, політиці та суспільстві (табл. 1) та сьогодні стають такими собі «провідниками змін» (International Labor Organization, 2023).

Таблиця 1. Етапи розвитку професійних спілок в світі на основі аналізу інтернет-джерел*

Етап	Країни	Особливості
Початок. XVIII-XIX ст.	Велика Британія, Франція, Німеччина, США та ін.	Профспілки виникли як реакція на несправедливі та небезпечні умови праці, які переживали робітники на фабриках та шахтах. Вони боролися за скорочення робочого часу, покращення заробітної плати, запровадження соціального страхування та інших прав. Профспілки брали також участь у політичних рухах, наприклад, анархізм, соціалізм, синдикалізм.
Розквіт. XX ст.	Більшість країн світу	Профспілки стали важливими суб'єктами соціальної політики та демократії в багатьох країнах світу. Вони досягли значних успіхів у встановленні та захисті стандартів праці, соціального захисту, трудових відносин та соціального діалогу. Професійні спілки об'єдналися також в регіональні та організації, такі як ЄКП – Міжнародна конфедерація профспілок, МКВП – Міжнародна конфедерація вільних спілок.
Криза. Кінець XX - початок XXI ст.	Більшість країн світу	Профспілки зіткнулися з багатьма викликами та труднощами в умовах глобалізації, технологічних змін, соціальних трансформацій та політичних криз. До них належать: зменшення чисельності членів профспілок через міграцію та індивідуалізацію праці; зростання неформальної та часткової зайнятості, безробіття, наприклад, в наслідок Covid-19, зниження фінансових та організаційних

можливостей профспілок внаслідок зменшення членів та через кризу державного бюджету, недотримання законодавства про профспілки та соціальне партнерство; корупція, втрата довіри та авторитету профспілок серед працівників, роботодавців та влади через політизацію, конфліктність профспілкового руху, низьку ефективність захисту інтересів та прав найманих працівників.

Адаптація. Більшість
XXI ст. країн світу

Профспілки намагаються адаптуватися до нових умов та відповісти на сучасні виклики.

До їх нових стратегій та напрямів діяльності належать наступні: залучення нових членів, особливо молоді, жінок, мігрантів та працівників неформального сектору; реформування управління і структури профспілок, зміцнення її демократичності та незалежності; підвищення рівня комунікацій зі своїми роботодавцями, членами, громадськістю і владою; підвищення соціальної відповідальності, професійної компетентності активістів і лідерів та інформованості; розвиток соціального діалогу та колективних перемовин на різних рівнях; використання альтернативних методів вирішення трудових конфліктів; співпраця з іншими неприбутковими, громадськими організаціями, міжнародними і європейськими профспілковими організаціями, політичними партіями; адаптація до змін, пов'язаних з автоматизацією, цифровими технологіями, захист прав працівників в нових сферах і в цифровій економіці.

*(International Labor Organization, 2023; International Labor Organization, 2023; European Industrial Relations Dictionary, 2022; United Nations Research Institute for Social Development United Nations; Añonuevo T. Q.; etc).

Глибокі зміни, які відбуваються сьогодні у світі праці та суспільстві загалом, мають очевидні наслідки для працівників і вимагають миттєвої реакції профспілок на такі зміни. Відповідно до звіту Міжнародної організації праці про соціальний діалог за 2022 р. (International Labor Organization, 2023), Марія Х. Андре відмітила, що профспілки вважаються одними з найбільших представницьких організацій у світі з понад 251 мільйоном членів. Зростання членів профспілок за останні 10 років на 3,6 % відбулося за рахунок об'єднання самозайнятих працівників. Проте об'єднання профспілок не встигає за зростанням зайнятості, і в усьому світі щільність профспілок нижча, ніж 10 років тому. Крім того, рівень об'єднання в профспілки серед людей з нестандартною чи нестабільною зайнятістю, таких як тимчасові працівники, самозайняті особи або працівники неформальної економіки та цифрових платформ, залишається нижчим, ніж серед працівників на стандартних роботах. Рівень членства в профспілках значно відрізняється в країнах і континентах, наприклад від 1% в Бурунді до 79 % у Ісландії. Рівень членства в профспілках є вищим серед жінок, ніж чоловіків, рівень членства в профспілках є вищим у державному секторі, ніж у приватному. COVID-19 спричинив обмеження профспілкової діяльності та порушення профспілкових прав, падіння кількості членів, у багатьох випадках це призвело до несплати профспілкових внесків. Проте профспілки домовилися про захисні заходи для працівників на передовій з точки зору безпеки та гігієни праці та захисту заробітної плати. Наприклад, у Німеччині профспілки підписали колективну угоду, якою запроваджено схему захисту 80% зарплати працівників. Урядами підписані угоди про дистанційну роботу та послаблення правил. Профспілки змогли досягти позитивного прогресу під час пандемії, організовуючи та об'єднуючи працівників різних компаній (Amazon, Apple, Starbucks). Створено профспілки для сезонних працівників, сприяння подвійному членству в різних профспілках різних країн для мігрантів та заробітчанин, а також організацію профспілок для працівників цифрових платформ, водіїв та кур'єрів, інших нестандартних професій. Розширено коло традиційних завдань, включено в соціальний діалог

такі питання, як технології, зміна клімату, сталий розвиток, гендерні проблеми, рівна оплата праці, насильство та домагання на роботі. Прийнято рішення про необхідність залучення молоді (середній вік профспілок – 55-65 років) та зменшення молодіжного безробіття.

Д. Галін дослідив вплив глобалізації та збільшення влади і впливу транснаціональних компаній на уповільнення робочого руху, зміни його цінностей, утворення іншого роду недержавних організацій (галузевих спілок, асоціацій, благодійних, правозахисних, соціальних та інших організацій), котрі також намагаються вирішувати соціальні і політичні проблеми. Революційні зміни в комунікаційних та транспортних технологіях, мобільність капіталу, зростаюча казуалізація висунули перед профспілками завдання, щоб повернути втрачені позиції: об'єднатися в транснаціональні корпорації/міжнародні конфедерації профспілок – стати глобалізованими, організувати неформальний сектор, взаємодіяти з іншими суб'єктами громадянського суспільства для просування більш широкого соціального і політичного порядку денного (Gallin D., 2000).

Профспілки також повинні адаптуватися до змін, які відбуваються в умовах глобалізації, таких як поширення інформаційних технологій, зростання конкуренції, розвиток міжнародної торгівлі та інтеграції, зміна соціальних та екологічних вимог. Це вимагає від профспілок підвищення ефективності та прозорості своєї діяльності, покращення комунікації та зв'язків зі своїми членами та партнерами, а також забезпечення відповідності своїх цілей та стратегій глобальним викликам та можливостям.

Об'єднання або міжнародна співпраця з професійними спілками та іншими неприбутковими і недержавними організаціями зумовлює необхідність враховувати особливості бухгалтерського обліку в різних країнах, з якими вони співпрацюють, або мають свої філії. Наприклад, в деяких країнах профспілки зобов'язані подавати свою фінансову звітність до державних органів, а в інших – ні. Також в різних країнах можуть бути різні податкові та соціальні норми, які впливають на ведення обліку в професійних спілках.

Профспілки є неприбутковими організаціями, які здійснюють свою діяльність сьогодні не тільки за рахунок членських внесків, а й дотацій, пожертвувань, грантів та інших джерел фінансування. Вирішальне значення для підзвітності та прийняття рішень, а також довіри до неприбуткових організацій (НПО) є підготовка фінансової звітності. Однак для НПО немає єдиних міжнародних стандартів бухгалтерського обліку, на відміну від приватного та державного секторів. Лише у кількох юрисдикціях розроблено керівництва, які враховують унікальні характеристики НПО та типи операцій, які вони здійснюють. Багато НПО все частіше працюють у глобальному середовищі фінансування і це призводить до безлічі міжнародних режимів грантів і фінансування. Донори, котрі підтримують діяльність неприбуткових організацій розробили вимоги до фінансової звітності для задоволення своїх індивідуальних потреб, частково через відсутність єдиної прийнятої міжнародної системи бухгалтерського обліку, але це призвело до різноманітності вимог до фінансової звітності. У поєднанні з різними законами та правилами, що діють у різних країнах та регіонах, фінансова звітність може бути не достатньо зрозумілою. Це може обмежити можливості донорів використовувати ці звіти як частину процесу отримання впевненості в тому, що фінансування використовувалося економічним і ефективним способом для досягнення тих цілей, для яких воно було надано.

На основі опитувань респондентів, проведених Chartered Institute of Public Finance and Accountancy (CIPFA) у 179 країн, з'ясувалось, що 72% погодилися або повністю погодилися з тим, що міжнародний стандарт бухгалтерського обліку або керівництво, спеціально призначені для НПО, були б корисними (Chartered institute of public finance and accountancy, 2021).

Влітку 2021 р. був опублікований проєкт/консультаційний документ «Міжнародна фінансова звітність для некомерційних організацій» (IFR4NPO), спрямований на вирішення означених проблем шляхом розробки застосованого на міжнародному рівні посібника з фінансової звітності для некомерційних організацій («Керівництво»). Це принесе користь широкому колу НПО та їх зацікавленим сторонам, оскільки фінансові звіти НПО стануть

прозорішими, достовірнішими та зручнішими для порівняння. До зацікавлених сторін НПО належать керівники, грантодавці (великі донори), регулюючі органи, уряди (включаючи податкові органи), аудитори, фінансові групи, інші НПО, кредитори, науковці та представники громадськості, які підтримують роботу НПО або отримують вигоду від неї.

Проект розробляється для неприбуткових організації, котрі мають основну мету надання послуг на благо суспільства та/або спрямовують будь-які надлишки на досягнення своєї основної мети з надання послуг, та/або одержують дохід від добровільного фінансування, та/або зберігають та використовують активи в соціальних цілях.

Проект відкритий для обговорення на сайті до 15.03.2024 р. (Chartered institute of public finance and accountancy, 2021). Коментарі можуть бути надані з будь-яких або всіх питань, порушених у частинах Консультативного документа. Мета полягає в тому, щоб: 1) залучити зацікавлені сторони до необхідності створення спільного посібника з фінансової звітності, який може застосовуватися для НПО на міжнародному рівні; 2) вирішити найважливіші та значущі проблеми фінансової звітності, з якими стикаються НПО у всьому світі та врахувати інтереси зацікавлених сторін.

Прийняття IFR4NPO підвищить довіру до сектору неприбуткових організацій (НПО), який повинен демонструвати свою відповідальність перед своїми численними національними та міжнародними зацікавленими сторонами за допомогою послідовної та якісної фінансової звітності; зменшить поточне навантаження та дублювання зусиль для НПО та донорів у виконанні різних та, іноді, суперечливих вимог до фінансової звітності.

Це може сприяти оптимальнішому та ефективнішому використанню ресурсів, полегшити здійснення моніторингу та оцінки результатів діяльності неприбуткових організацій; забезпечити професійний розвиток та підвищити кваліфікації бухгалтерів та аудиторів, їх кар'єрні перспективи; підсилити статусу і ролі організації неприбуткового сектору (Chartered institute of public finance and accountancy, 2021).

На профспілки в Україні поширюються загальні вимоги П(С)БО 25, а також інших П(С)БО. Національні П(С)БО розроблено на основі МСФЗ, у яких не враховується специфіка діяльності некомерційних організацій. Відповідно й П(С)БО не обумовлюють специфіку бухгалтерського обліку в неприбуткових організаціях, а інших нормативних документів для НПО немає. Згідно з нормами Податкового кодексу України, до неприбуткових організацій відносять підприємства, організації, установи, створені для провадження наукової, освітньої, культурної, оздоровчої, екологічної, релігійної, благодійної, соціальної, політичної та іншої діяльності з метою задоволення потреб та інтересів громадян у межах, визначених законодавством України, без мети отримання прибутку.

Первинні профспілкові організації в Україні за формальними ознаками вписуються в категорію суб'єктів мікропідприємництва (балансова вартість активів - до 350 тисяч євро; чистий дохід від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг) – до 700 тисяч євро; середня кількість працівників - до 10 осіб), об'єднання профспілок за галуззю, наприклад, Профспілка працівників освіти і науки України, Профспілка гірників і металургів України – в категорію малих підприємств за критеріями ст. 2 Закону України «Про бухгалтерський облік і фінансову звітність в Україні (балансова вартість активів - до 4 мільйонів євро; чистий дохід від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг) – до 8 мільйонів євро; середня кількість працівників - до 50 осіб). Такі неприбуткові організації, мають подавати фінансову звітність, скорочену по показникам, у складі балансу і звітності про фінансові результати відповідно до П(С)БО 25 «Фінансовий звіт суб'єкта малого підприємництва». За власною ініціативою, фінансова звітність може бути складена за МСФЗ.

Бухгалтерський облік в профспілці можуть здійснювати: керівник профспілки, бухгалтерська служба на чолі з головним бухгалтером, фізична особа-підприємець з відповідним кодом КВЕД, централізована бухгалтерія або аутсорсингова компанія. Відповідне рішення приймається, виходячи з фінансових можливостей організації.

Невід'ємним елементом організації бухгалтерського обліку є облікова політика підприємства, яка розробляється відповідно до вимог П(С)БО/МСФЗ, методичних

рекомендацій з формування облікової політики, постановами ЦК відповідної профспілки та вводиться в дію наказом. Особливостями облікової політики є включення параграфу про джерела надходжень (гранти, членські, донорські благодійні внески грошовими коштами та іншими активами) і напрямків витрачання коштів.

Кошторис є основою для ведення бухгалтерського обліку та складання фінансової звітності профспілки, та відображає джерела надходження та напрями використання коштів за рік. Кошторис складається з двох частин: доходів та витрат (табл.2) відповідно до Статуту профспілки.

Таблиця 2. Доходи і витрати профспілкової організації*

Надходження	Витрачання
Членські внески від членів профспілки обов'язкові або добровільні	Надання матеріальної допомоги членам профспілки у разі виникнення складних життєвих обставин.
Відрахування коштів підприємствами у розмірі не менше 0,3% від фонду оплати праці (під час військового снану не діє)	Придбання різноманітного майна для здійснення діяльності профспілки, наприклад, обладнання, меблі, транспорт, матеріали, спортивний інвентар, література
Пожертви від громадян, підприємств, організацій, фондів, гранти на підтримку діяльності профспілки або на конкретні цілі та проекти	Оплата праці працівників профспілки, матеріального заохочення за активну діяльність членів профспілки у профспілкомому житті
Кошти або майно, отримані у дарунок від керівників, членів профспілки або інших осіб	Організація та проведення заходів, спрямованих на захист прав та інтересів членів профспілки, а також на підвищення їх професійного рівня, кваліфікації, освіти, культури, здоров'я. Наприклад, конференції, семінари, тренінги, курси, екскурсії, оздоровлення, спорт.
Інші надходження, наприклад, від господарської, благодійної, освітньої, культурної, спортивної діяльності профспілки	Інші витрати, які необхідні для забезпечення діяльності профспілки та виконання її статутних завдань.

*(Debet Kredyt,2019; Pidpriumstvo «Navchalno-metodychnyi tsentr» Federatsii profspilkovykh orhanizatsii Chernihivskoi oblasti,2011).

Кошторис складається на основі аналізу попередніх періодів, планів та прогнозів діяльності профспілки, а також враховуючи законодавчі та нормативні вимоги. Затверджується органом управління профспілки, який визначений її статутом, та контролюється головою або головним бухгалтером профспілки. Кошторис може бути скоригований у разі виникнення обставин, які суттєво впливають на доходи та витрати, але за умови дотримання процедури затвердження та контролю.

Профспілкові організації мають право застосовувати спрощений план рахунків, або загальний план рахунків активів, капіталу, зобов'язань і господарських операцій підприємств і організацій, застосовують сучасні управлінські інформаційні системи і технології для ведення бухгалтерського обліку, електронний документообіг та звітування.

Діджиталізація всіх сфер суспільства здійснює вплив на управління та комунікації з членами профспілки. Проведення конференцій, термінових нарад, ведення бухгалтерського обліку, звітування, опитування, оголошення пропозицій, обмін документами, прийом заяв на матеріальну допомогу, перерахування коштів вже зараз здійснюється дистанційно. Це зменшує матеріальні витрати та витрати часу, завантаженість профспілкових комітетів та її членів. Для популяризації роботи профспілки та оприлюднення результатів роботи,

злагодженої роботи, швидкої комунікації з усіма її членами використовуються групи та сторінки в соціальних мережах, Zoom та Meet конференції.

Висновки (Conclusions)

Професійні спілки є великою організованою групою громадянського суспільства, яка може зробити унікальний внесок у його розвиток, де задоволення основних людських потреб є головним пріоритетом. Значний вплив на трансформацію профспілок зумовила глобалізація, разом як з позитивними, так і негативними наслідками. На сьогодні світовий профспілковий рух має вагомий вплив, долучається до вирішення питань міграції, зайнятості, освіти, здоров'я, гендерної рівності, об'єднання людей з нестандартною чи нестабільною зайнятістю та цифрових платформ, кліматичних змін, співпраці з іншими профспілковими, неприбутковими і міжнародними організаціями, взаємодії з державними органами. Відповідні зміни зумовлюють зміни у фінансовому управлінні таких організацій, у інформаційному задоволенні потреб усіх учасників профспілкової організації, інвесторів, благодійників та меценатів, що ставить нові завдання перед бухгалтерським обліком генерувати прозору облікову, звітну та нефінансову інформацію для підвищення довіри, укріплення суспільної позиції та мотивації вирішувати невідкладні питання.

Конфлікт інтересів (Conflicts of interest)

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів

Фінансування (Funding)

Дослідження не отримувало зовнішнього фінансування

Внесок авторів (Authors contribution)

Підбір джерел для дослідження, вступ, загальне оформлення, результати дослідження особливостей бухгалтерського обліку і звітності профспілок, К.О.; Загальна концепція, результати дослідження значення професійних спілок, їх трансформація та сучасна суспільна позиція, висновки, перевірка, Д.Р.

Література (References)

- Añonuevo T. Q. (2023). The role of the trade union movement in migration and development: a contribution from the Building and Wood Workers International (BWI). *Proceedings of the Intersessional Workshop on "Making Global Labour Mobility a Catalyst for Development", Session 3 "The Role of the Private Sector and other Stakeholders in Making Labour Migration Work for Development"*. Retrieved November 24. https://www.iom.int/sites/g/files/tmzbd1486/files/jahia/webdav/shared/shared/mainsite/microsites/IDM/workshops/global_labour_mobility_0809102007/presentations/notes_anonuevo.pdf
- Debet Kredyt (2019). Bukhholderskyi oblik u profspiltsi retrieved November 26 <https://online.dtkr.ua/2019/42/60682>
- Doucouliafos H., Freeman R. B., & Laroche P. (2017) The Economics of Trade Unions: A Study of a Research Field and its Findings. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315713533>
- Doucouliafos H., Freeman R. B., Laroche P., & Stanley T. D. (2018). How credible is trade union research? Forty years of evidence on the monopoly–voice trade-off. *ILR Review*, 71(2), 287–305. <https://doi.org/10.1177/0019793917751144>

- Gallin D. (2000) Trade Unions and NGOs: A Necessary Partnership for Social Development Civil Society and Social Movements. United Nations Research Institute for Social Development United Nations. <https://www.files.ethz.ch/isn/102664/1.pdf>
- Hlushchenko M. P. (2021). Rol profspilok u zakhysti trudovykh prav v umovakh rozvytku tsyfrovoy ekonomiky. Naukovyi chasopys NPU imeni M. P. Drahomanova 36 Seriya 18. Pravo. <https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series18.2021.36.04>
- Just Transition: Unions demand bold action at COP28. (2023, 23 November)_Industrial global union presents a position on the participation of trade unions in the acceptance of participation in solving pressing climate issues at COP28 [Press release]. <https://www.industrial-union.org/just-transition-unions-demand-bold-action-at-cop28>
- Pidpriemstvo «Navchalno-metodychnyi tsentr» Federatsii profspilkovykh orhanizatsii Chernihivskoi oblasti (2011). Finansova robota v profspilkovykh orhanizatsiiakh. Metodychni rekomendatsii dlia holiv profkomiv ta bukhhalteriv. Retrieved November 26. <https://fpo.volyn.ua/2019/wp-content/uploads/2015/07/Finansova-robota-v-profspilkovykh-organizatsiyah-Metodychni-rekomendatsiyi-dlya-goliv-profkomiv-ta-buhgalteriv.pdf>
- Podatkovi kodeks Ukrainy (2011) <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#Text>.
- The Chartered institute of public finance and accountancy (2021). International Financial Reporting for Non-Profit. Organizations Consultation Paper, 2023. Retrieved November 24, <https://www.ifr4npo.org/exposure-draft-2/>.
- The Chartered institute of public finance and accountancy (2021). Exposure Draft 2 is open for public comment until 15 March 2024. Retrieved November 24, 2023. <https://www.ifr4npo.org/have-your-say/>
- Trade union. in European Industrial Relations Dictionary, Dublin. Retrieved December 14, 2022. <https://www.eurofound.europa.eu/en/european-industrial-relations-dictionary/trade-union>
- Trade unions in transformation. (2023, 02 June). The International Labor Organization presents the interview M. H. ANDRE 'How are trade unions adapting to changes in the world of work'. [Press release]. https://www.ilo.org/actrav/media-center/news/WCMS_883756/lang--en/index.htm
- Trade unions in transition. (2023 August). The International Labor Organization has voiced important challenges ahead trade unions [Press release]. https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---actrav/documents/meetingdocument/wcms_764548.pdf
- Trade unions: an introduction. (2022, 12 July). CIPD publishes an introduction to trade unions and how to work with them effectively [Press release] https://www.cipd.org/globalassets/media/knowledge/knowledge-hub/webinars-2/trade-unions-factsheet_20221229t154629.pdf
- Zakon Ukrainy «Pro bukhhalterskyi oblik i finansovu zvitnist v Ukraini" (1999) <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/996-14#Text>



Vol. 1 No. 2 (2023)

Available since: 2023

Published: 2 times a year

Founders: State University of Economics and Technology

ISSN: 3041-1246

E-mail: ete@duet.edu.ua Journal homepage: <https://ete.org.ua>

JEL: L86

DOI: 10.62911/ete.2023.01.02.07


Experience in Developing an Auto Parts Online Store Website Using the Yii Framework and Integration with the Company's Corporate Information System

Citation:

Baran, S. (2023). Experience in Developing an Auto Parts Online Store Website Using the Yii Framework and Integration with the Company's Corporate Information System. Scientific and practical journal "Economics and technical engineering", 1(2), 87-97. <https://doi.org/10.62911/ete.2023.01.02.07>

Serhii Baran

Associate Professor, PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
e-mail: baran_sv@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0002-3232-4072

Abstract: At the current stage of development of information technologies, one of the main tasks of any trade enterprise is to gain new customers, create recognition of brands and trademarks to ensure profitability of business. The using of Internet technologies is relevant when automating tasks and will be requested from post-employees. This results in the acquisition of new clients, as well as a reduction in the cost of recruiting new customers. The requirements for software development were clearly formulated on the basis of the studies of e-commerce processes. This will allow to automate the receipt of orders from clients and increase the efficiency of customer service. Based on the analysis of existing websites, the main functional parts that should be inherent in any online auto parts store are highlighted: a multi-level hierarchy of categories, detailed product characteristics and search by various properties of auto parts. In the course of software development, the need to create an online store using the PHP language, the MySQL DBMS, and the Yii framework was substantiated. A database was designed to solve the problem of increasing trade efficiency using Web technologies. The web site of the online auto parts store was created to ensure electronic trade at enterprises and increase the efficiency of product sales. The created Web site is part of the corporate system of the trading company, facilitates the procedure of placing orders and allows you to obtain an additional sales channel. One of the main functions that the user can perform with the help of the Web site is: viewing the product catalog by categories, groups and subgroups, which greatly facilitates the search for the necessary product. An effective filtering system has been developed for searching for auto parts based on various features. The integration of the website with the enterprise's corporate system has been developed. For the corporate information system, a number of processes and reports were developed for the automatic export of products to the site. At the same time, the export of products is organized in the form of a queue and is uploaded to the site in portions after a certain time interval. At the same time, new products or changed by the user in the system enter the queue.

Received: 02/10/2023

Accepted: 15/11/2023



Keywords: database, website, auto parts, PHP, MySQL, MVC, Yii.


JEL: L86

Experience in Developing an Auto Parts Online Store Website Using the Yii Framework and Integration with the Company's Corporate Information System

Serhii Baran

Associate Professor, PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: baran_sv@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0002-3232-4072

Abstract: At the current stage of development of information technologies, one of the main tasks of any trade enterprise is to gain new customers, create recognition of brands and trademarks to ensure profitability of business. The using of Internet technologies is relevant when automating tasks and will be requested from post-employees. This results in the acquisition of new clients, as well as a reduction in the cost of recruiting new customers. The requirements for software development were clearly formulated on the basis of the studies of e-commerce processes. This will allow to automate the receipt of orders from clients and increase the efficiency of customer service. Based on the analysis of existing websites, the main functional parts that should be inherent in any online auto parts store are highlighted: a multi-level hierarchy of categories, detailed product characteristics and search by various properties of auto parts. In the course of software development, the need to create an online store using the PHP language, the MySQL DBMS, and the Yii framework was substantiated. A database was designed to solve the problem of increasing trade efficiency using Web technologies. The web site of the online auto parts store was created to ensure electronic trade at enterprises and increase the efficiency of product sales. The created Web site is part of the corporate system of the trading company, facilitates the procedure of placing orders and allows you to obtain an additional sales channel. One of the main functions that the user can perform with the help of the Web site is: viewing the product catalog by categories, groups and subgroups, which greatly facilitates the search for the necessary product. An effective filtering system has been developed for searching for auto parts based on various features. The integration of the website with the enterprise's corporate system has been developed. For the corporate information system, a number of processes and reports were developed for the automatic export of products to the site. At the same time, the export of products is organized in the form of a queue and is uploaded to the site in portions after a certain time interval. At the same time, new products or changed by the user in the system enter the queue.

Keywords: database, website, auto parts, PHP, MySQL, MVC, Yii.

Досвід розробки вебсайту інтернет-магазину автозапчастин з використанням РНР фреймворку Yii та його інтеграція із корпоративною інформаційною системою підприємства

Сергій Баран

к.е.н, доцент, Державний університет економіки і технологій, Кривий Ріг, Україна

e-mail: baran_sv@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0002-3232-4072

Анотація: Використання Інтернет-технологій при автоматизації проблем збуту, зокрема надходження замовлень, є досить актуальним з огляду на можливості залучення нових клієнтів та зниження витрат часу на обробку замовлень споживачів. При дослідженні автоматизації процесів електронної торгівлі для підвищення ефективності обслуговування клієнтів були чітко сформульовані вимоги, що повинні виконуватись при автоматизації надходження замовлень. На основі аналізу існуючих вебсайтів виділено основні функціональні частини, які повинні бути притаманні будь-якому Інтернет- магазину автозапчастин: багаторівнева

ієрархія категорій, детальні характеристики продукції та пошук за різними властивостями товарів. У процесі дослідження обґрунтовано необхідність створення Інтернет-магазину з використанням мови PHP, СУБД MySQL та фреймворку Yii. Спроектовано базу даних для вирішення проблеми підвищення ефективності торгівлі з використанням вебтехнологій. Створено вебсайт Інтернет-магазину автозапчастин для забезпечення електронної торгівлі на підприємствах та підвищення ефективності збуту продукції. Створений вебсайт є частиною корпоративної системи торгового підприємства, полегшує процедуру оформлення замовлень і дозволяє отримати додатковий канал збуту. Однією з головних функцій, яку може виконувати користувач за допомогою вебсайту є: перегляд каталогу товарів за категоріями групами та підгрупами, що значно полегшує пошук потрібного товару. Розроблено ефективну систему фільтрації для пошуку автозапчастини за різноманітними ознаками. Розроблено інтеграцію вебсайту із корпоративною системою підприємства.

Ключові слова: база даних, вебсайт, автозапчастини, PHP, MySQL, MVC, Yii.

Вступ (Introduction)

На сучасному етапі розвитку інформаційних технологій одним з головних завдань будь-якого торговельного підприємства є залучення нових покупців, створення впізнаваності брендів та торгових марок для забезпечення прибутковості діяльності. Підприємство повинно швидко реагувати на зміну потреб споживачів та нові умови, що складаються на ринку, особливо це питання є важливим на сучасному етапі віртуалізації суспільства та зростання ринку мобільних додатків.

Можливість заявити про свої унікальні продукти або послуги і створити широку рекламу торговій марці, товарам, послугам, що надає підприємство, допоможе правильно організований вебсайт. За його допомоги прискорюється і полегшується вирішення таких завдань: зменшується навантаження як на працівників офісу, так і на телефонні лінії; збільшується коло потенційних клієнтів, у тому числі з інших регіонів; сайт доступний цілодобово і виконує, роль рекламної кампанії; у разі створення на ньому Інтернет-магазину підвищується імідж фірми і, як наслідок, збільшується товарообіг; забезпечує якісно новий сервіс для постійних і майбутніх покупців.

Інтернет-магазин (або онлайн-магазин) - це повністю автоматизована система електронного продажу, що реалізується за допомогою прямих запитів до бази даних, де зберігаються відомості про наявність товару та його ціну, шляхом складання уніфікованої форми замовлення з одночасним резервуванням відповідних позицій у базі даних та використанням системи електронних платежів. У будь-якому інтернет-магазині логістика є одним із головних компонентів, оскільки саме вона дозволяє встановити довірчі стосунки продавця та покупця.

Отже створення Інтернет-магазину має значні переваги:

1. Низькі витрати. Запуск інтернет-магазину у будь-якому випадку дешевше, ніж запуск фізичного магазину. Для роботи фізичного магазину потрібно заплатити за оренду місця та інші початкові витрати, такі як покупка інвентарю, дизайн магазину, торгове обладнання, вивіски і т.д.

2. Знижені вимоги до персоналу. У той час як у фізичному магазині власнику потрібно найняти кілька співробітників, в онлайн-бізнесі більшість роботи виконується автоматично.

3. Немає географічних обмежень. Звичайний магазин у більшості випадків продає товари та послуги людям, які мешкають поблизу. На противагу інтернет-магазин немає географічних кордонів.

4. Потенційний дохід у цілодобовому режимі.

5. Продаж цифрових товарів. Продаж цифрових товарів, таких як музика, книги або вебіари, можливий без додаткових витрат через інтернет-магазин. Власник може продавати необмежену кількість копій цих цифрових товарів, не переймаючись орендою складу.

6. Ремаркетинг: зробити із відвідувача клієнта. Щодня покупець дізнається про акції та оновлення в асортименті в багатьох інтернет-магазинах, навіть не виходячи з дому. Достатньо перевірити електронну пошту, оновити стрічку у соціальних мережах або отримати повідомлення на телефон. Так магазини намагаються підтримувати зв'язок із клієнтами – це і називається ремаркетингом. Сайт містить всю інформацію про клієнтів, які відвідали сайт та здійснили покупки. Цю інформацію можна використовувати для надсилання корисних та рекламних електронних листів, SMS-повідомлень. Всі ці засоби для зв'язку просто настроюються, повідомлення надсилаються автоматично.

7. Просування та залучення клієнтів. Наявність інтернет-магазину допоможе отримати трафік такими каналами, як Google, Youtube, Facebook та інші. Існує безліч способів просунути свій інтернет-магазин. Зараз досить часто покупці переходять на посилання в результатах пошукової системи, а потім відвідують сайт, який вони ніколи не бачили раніше.

8. Прискорений процес покупки. Раніше, коли покупець хотів щось купити, йому доводилося заздалегідь планувати поїздки магазинами або міняти свій розклад. Тепер покупці можуть зручно сидіти вдома чи офісі, шукати товар, використовуючи смартфон і робити покупки. Один клік - і товар буде доставлений додому покупцю у потрібний час.

Автовиробництво – галузь світової промисловості, що швидко розвивається. Щорічне збільшення парку автомобілів потребує збільшення компонентів для ремонту. Ринок автомобільних деталей величезний і має окремі сегменти.

Головна відмінність, а звідси і трудомісткість створення, Інтернет-магазинів автозапчастин у тому, що на сайті використовується величезний каталог автозапчастин із десятками мільйонів товарних позицій та десятками тисяч моделей авто. Асортимент середньостатистичного інтернет-магазину автозапчастин – від 300 тис унікальних товарів.

Матеріали та методи (Materials and Methods)

Одним з головних критеріїв успіху будь-якого вебпроєкту є використання сучасних методів, підходів, інструментів для його розробки. Для створення вебпроєктів на ринку інструментів та мов програмування існує багато мов та технологій програмування. Серед найбільш популярних виділяються такі мови для вебпрограмування: PHP, Python, C#, JavaScript. Вибір мови програмування для реалізації вебпроєктів можна здійснювати за такими критеріями: популярність; рівень входження; стислість написання коду; простота розширення; багатоплатформенність; ціна; наявність фреймворків; наявність CMS. Однією з мов, що володіє всіма необхідними властивостями для побудови серверних сценаріїв є безумовно PHP.

Важливим питанням проєктування сайту є його адаптивність. Тобто в першу чергу цікавить можливість його відображення на мобільних пристроях. Можливість підлаштуватися під різні гаджети - це головна перевага адаптивної верстки. Адаптивність покликана полегшити завантаження сайту, відключивши частину функцій сайту. Користувач бачить перед собою полегшену версію ресурсу,

Для побудови вебпроєкту важливим питанням є вибір СУБД для реалізації бази даних. Серед найбільш популярних СУБД у світі можна виділити наступні: SQL Server, Oracle, MySQL та ін. Головною перевагою MySQL є те що вона забезпечує необхідну швидкість та потужність при реалізації проєктів для невеликих підприємств (Krogh et al., 2020; Zandstra et al., 2016).

Одним із головних питань розробки є вибір архітектури реалізації проєкту, а також фреймворку, який має інструменти для реалізації архітектури.

Однією з найпопулярніших архітектур є MVC. Структура архітектури MVC поділяє додаток на три основні групи компонентів: моделі, представлення та контролери. Це дозволяє реалізувати принципи розподілу завдань. Відповідно до цієї структури запити користувачів надсилаються до контролера, який відповідає за роботу з моделлю для виконання дій користувачів та (або) отримання результатів запитів. Контролер вибирає подання для відображення користувачу з усіма необхідними даними моделі. Такий розподіл обов'язків

дозволяє масштабувати додаток у контексті складності, тому що простіше писати код, виконувати налагодження та тестування компонента (моделі, уявлення чи контролера).

Модель у програмі MVC представляє стан програми та бізнес-логіку або операцій, які мають виконуватися. Бізнес-логіка повинна бути включена до складу моделі разом із логікою реалізації для збереження стану програми. Подання відповідають за подання вмісту через інтерфейс користувача. Подання повинні мати мінімальну логіку, яка має бути пов'язана з поданням вмісту.

Контролери - це компоненти для керування взаємодії з користувачем, роботи з моделлю та вибору подання для відображення. У MVC представлення служить тільки для відображення інформації. Обробку введених даних, формування відповіді та взаємодію з користувачем забезпечує контролер. У структурі MVC контролер є початковою відправною точкою і відповідає за вибір робочих типів моделей і відображень.

Для розробки було обрано мову PHP і сучасний MVC фреймворк Yii (Bramer, 2015; Kromann, 2018; Lengstorf et al., 2016; Pitt, 2012; Zandstra et al., 2016).

Результати (Results)

Для створення Інтернет-магазину була розроблена з використанням СУБД MySQL база даних, що містить інформацію про підприємство та його продукцію. Було створено таблиці бази даних, необхідні для зберігання продукції та її характеристик, статей, запитів клієнтів та їх замовлень. Основні таблиці стосовно продукції підприємства та реляційний зв'язок між ними наведено на рис. 1.

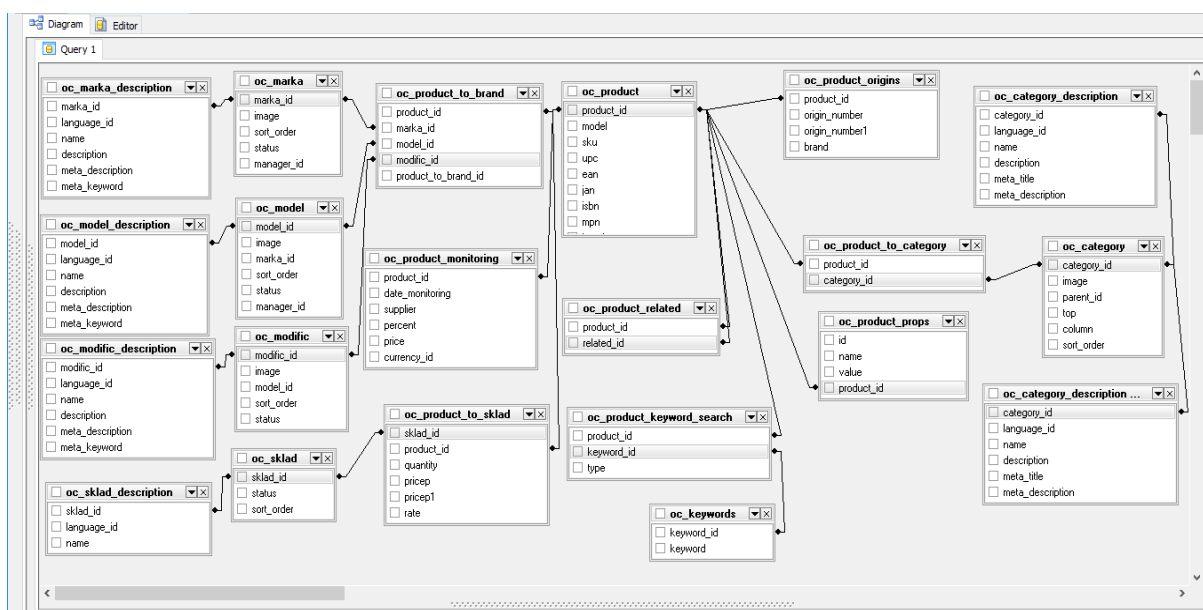


Рисунок 1. Реляційний зв'язок між таблицями БД.

Як видно з рис. 1 база даних містить основну інформацію про продукцію (oc_product): назва, штрих код, ціна та інші характеристики. Детальні властивості продукції містяться в таблиці "oc_product_props". Однією з основних таблиць є "oc_product_key_word_search". В ній зберігаються всі можливі ключові слова, які зустрічаються в описі, марці, моделі або модифікації, або в характеристиках продукції. При цьому при збереженні продукції із її опису та інших детальних характеристик виділяються такі ключові слова. Наявність індексу по таблиці ключових слів забезпечує швидкість пошуку автозапчастин. Звичайно, продукція пов'язана із таблицями марок, моделей і модифікацій для пошуку автозапчастин по марці, моделі авто, її даті випуску.

Окремі таблиці бази даних містять залишки продукції на різних складах підприємства, вартість закупки, а також історію покупок автозапчастин. Це дозволяє менеджерам не тільки планувати продаж, але й закупки.

З використанням сучасної мови програмування PHP та СУБД MySQL та фреймворку Yii створено web-сайт Інтернет-магазину. Розроблено власну систему управління контентом. Система управління веб-вмістом (Web Content Management System або WCMS) - програмний комплекс, що надає функції створення, редагування, контролю та організації вебсторінок. Головна функція CMS - показувати сторінки сайту користувачам, формуючи їх вміст "на льоту" з заздалегідь визначених шаблонів з дизайном і контенту, тобто текстів, картинок, таблиць та інших матеріалів, які зберігаються в базі даних. Друга функція CMS - допомогти власникові сайту без якихось спеціальних навичок керувати сайтом, тобто публікувати нові сторінки, статті, викладати фото, робити посилання на зовнішні ресурси і так далі.

Розроблена WCMS надає адміністраторам такі можливості:

1. Використання шаблонів відображення, автоматично застосовуються до нового або існуючого контенту.
2. Простота редагування контенту завдяки візуальним редакторам. Від користувача не потрібно знання мов програмування і розмітки.
3. Розширюваність за рахунок установки додаткових модулів і плагінів.
4. Візуалізація вмісту, завдяки якій користувач може побачити створюваний контент до відправлення його на сайт (попередній перегляд).
5. Управління фотографіями продукції.
6. Управління користувачами з різним рівнем доступу.

Зміст сторінок (контент) зберігається у базі даних. Розроблено також власну систему шаблонів. Головна сторінка сайту наведена на рис. 2.

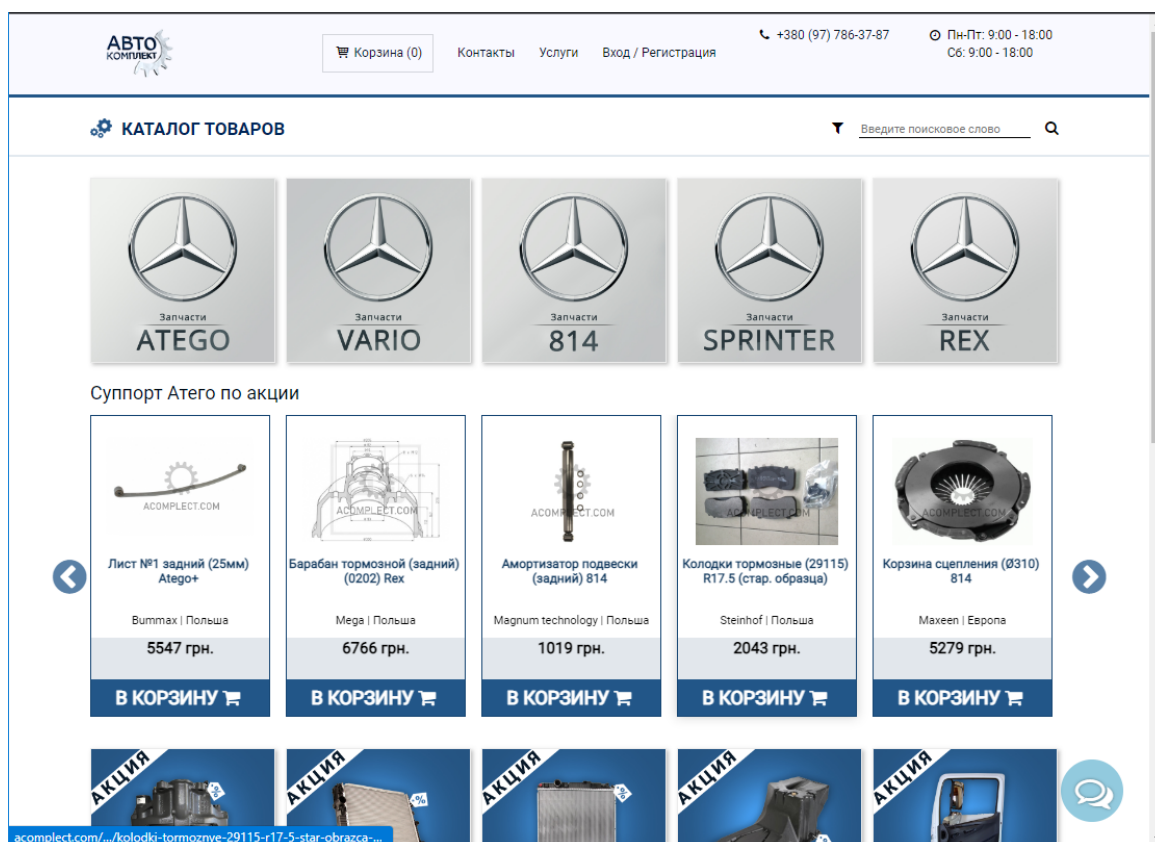


Рисунок 2. Головна сторінка сайту

Як видно з рис. 2, на головній сторінці сайту присутнє головне меню. На головній сторінці виведені основні марки авто для купівлі автозапчастин, оскільки магазин

спеціалізується саме на автозапчастинах для вантажівок. Нижче виведені акційні пропозиції товарів. На головній сторінці також присутні посилання на найбільш популярні категорії автозапчастин.

Сайт розроблено з використанням власної MVC. Model-view-controller (MVC, «Модель-уявлення-поведінка», «Модель-уявлення-контролер») - схема використання декількох шаблонів проектування, за допомогою яких модель даних програми, інтерфейс і взаємодія з користувачем розділені на три окремих компонента так, що модифікація одного з компонентів надає мінімальний вплив на інші. Дана схема проектування часто використовується для побудови архітектурного каркаса, коли переходять від теорії до реалізації в конкретній предметній області.

Користувачу надаються широкі можливості пошуку автозапчастин за різноманітними критеріями: марка, модель, модифікація, крос-номер, оригінальний номер, бренд. При цьому пошук контекстно-орієнтований. Якщо у пошуковій строчці користувач вводить назву марки або моделі авто, то система робить пошук по таблиці ключових слів на сервері і розпізнає, що користувач має на увазі марку або модель авто або найменування товару чи його оригінальний номер. Якщо інтелектуальний пошук визначив, що це модель авто, то користувачу пропонується діалог для уточнення вибору моделі (рис. 3).

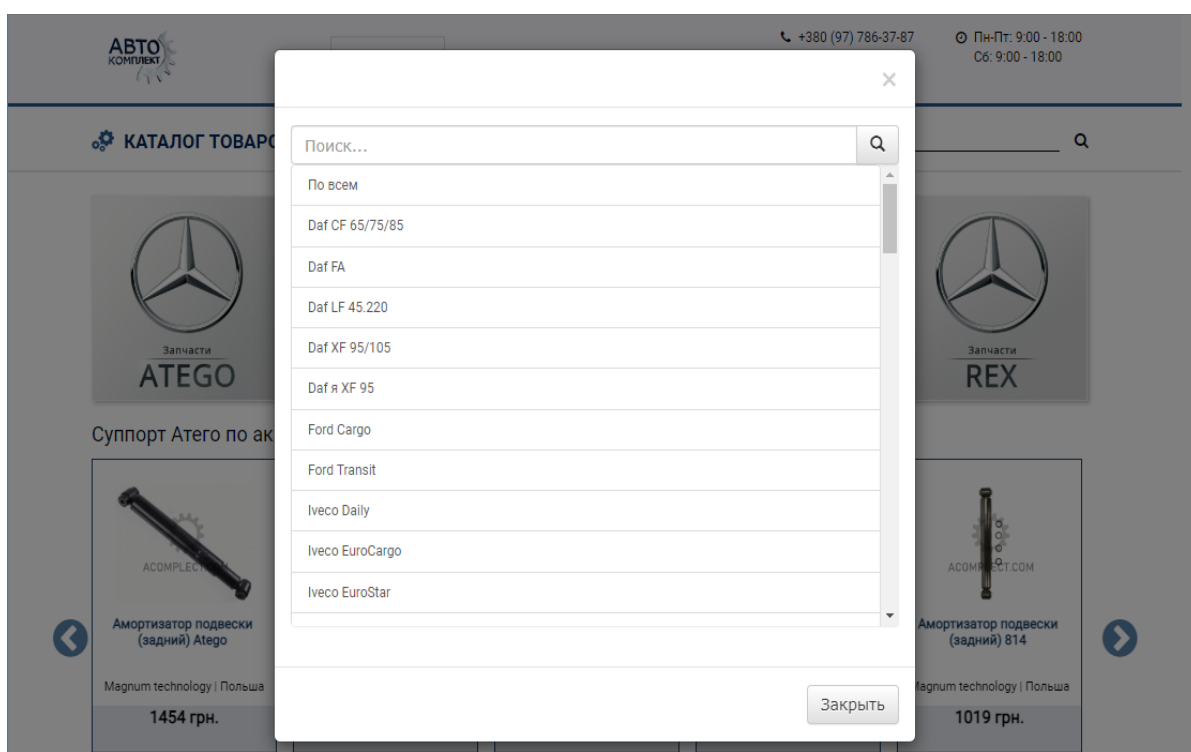


Рисунок 3. Діалог вибору марок та моделей авто при здійсненні користувачем пошуку

Після вибору марки або моделі авто сайт автоматично пропонує відповідну статтю, внесену менеджером, з описом та категоріями, що виводяться згідно фільтру, який вказав менеджер при створенні та редагуванні статті. Такий підхід надає можливість як наповнити сторінку змістом з необхідними для пошукових систем ключовими словами, так і надає користувачу контекст з необхідною інформацією, що його цікавить. Також тут користувачу виводяться товари, що рекомендуються продавцем з врахуванням профілю споживача.

Така реалізація контекстного інтелектуального пошуку робить сайт привабливим для користувача.

Згідно з дослідженнями, впровадження системи фільтрації товарів може скоротити шлях користувача та збільшити коефіцієнт конверсії інтернет-магазину. Фільтри на сайті – це інструмент, який спрощує навігацію по інтернет-магазину, допомагає користувачеві знайти необхідний товар, покращує поведінкові характеристики та здатний покращити видимість

сайту у пошуку. Правильно налаштований та спроектований фільтр скорочує шлях користувача, може збільшити середній чек та інші показники проекту, які загалом впливають на прибуток бізнесу. Реалізація каталогу товарів Інтернет-магазину з можливістю фільтрації наведено на рис. 4.

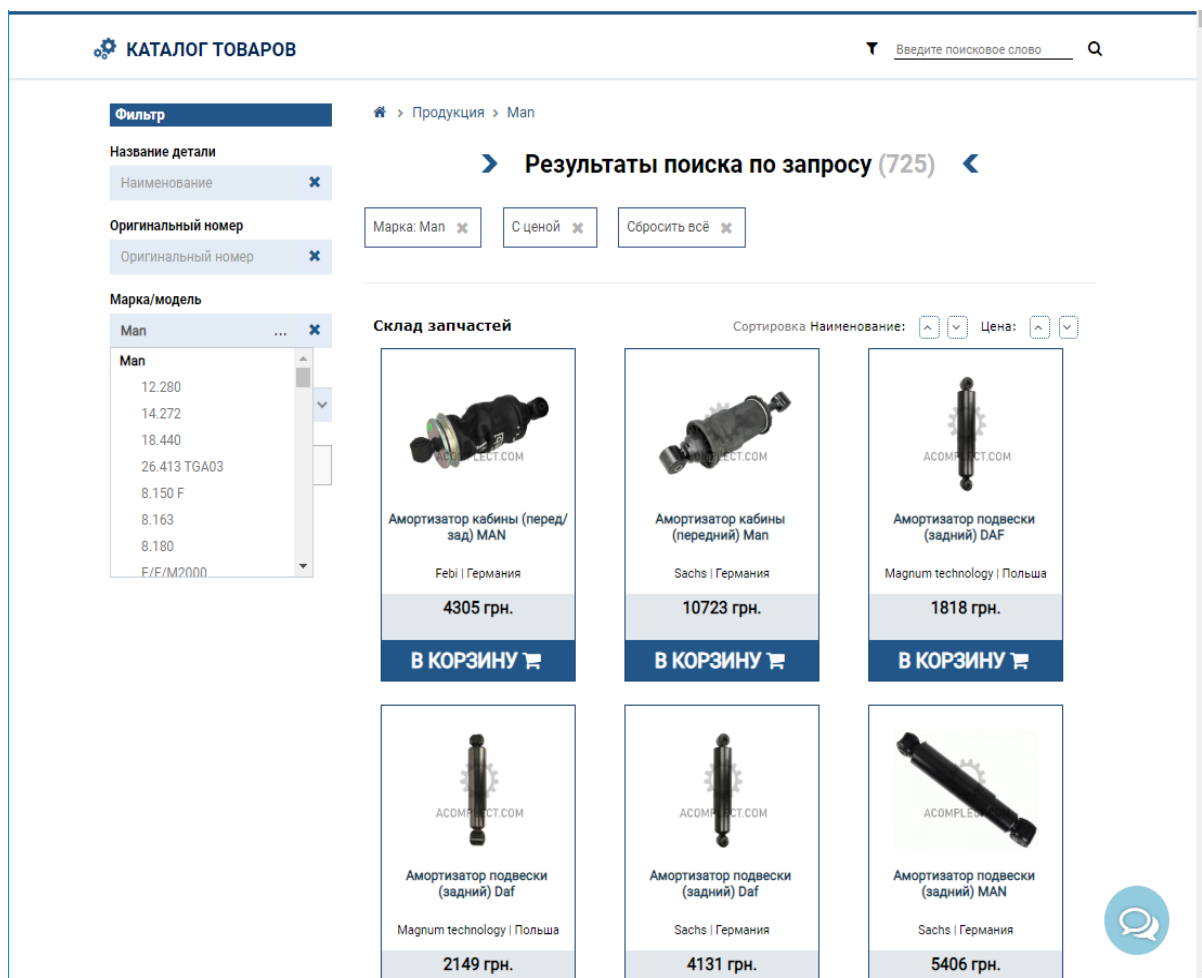


Рисунок 4. Каталог товарів Інтернет-магазину з можливістю фільтрації

При додаванні нових параметрів фільтру видача товарів не повинна перезавантажуватись, а раніше застосований фільтр зникати. Важливо, щоб фокус користувача залишався на тому самому місці і йому не доводилося шукати потрібний параметр знову.

Ця можливість реалізована за допомогою Ajax-підвантаження контенту — коли контент сторінки автоматично підвантажується з бази, без перезавантаження всієї сторінки. Такий підхід дозволяє користувачам швидше отримати доступ до необхідного товару без необхідності натискати посилання на сторінкову навігацію.

Як видно з рис. 4, на сайті додана панель з найбільш популярними параметрами фільтрації певної категорії товарів, що часто використовуються, щоб користувач міг швидко перейти на потрібну йому видачу. Такі готові сторінки фільтрації на сайті – це додаткове джерело якісного цільового трафіку та допомога у SEO просуванні інтернет-магазину.

Звичайно, щоб наповнювати сайт змістом необхідно не в програмному, а в адміністративному режимі вирішувати питання додавання, редагування, видалення статей, перегляд замовлень, робити прив'язку відповідальних менеджерів до певних категорій. Адміністрування сайту (технічна підтримка) - необхідна умова для нормального існування сайту. Інформацію на сайті необхідно оновлювати, інакше сайт перестане бути актуальним і цікавим користувачеві. Серед оновлень, що публікуються на сайті, можуть бути останні новини компанії, розширення асортименту продукції чи наданих послуг, зміна цін на ті чи

інші товари або послуги, своєчасне поява актуальних статей та багато іншого. Чим більше на сайті інформації, тим легше йому конкурувати з іншими вебсайтами і тим більше цільова аудиторія даного Інтернет-ресурсу. Сайт також надає адміністратору необхідні можливості для перегляду замовлень, зміни їх статусу та зв'язку із покупцем. У режимі адміністрування користувач може додавати категорії продукції та статті про продукцію.

Однією з головних переваг є те, що система надає користувачу можливість редагування виду сторінки сайту (рис. 5). Адміністратор за допомогою механізму "drag-and-drop" може змінювати розташування елементів на сторінці. Крім того, можна додавати нові віджети на головну сторінку. Цей механізм – основна риса будь-якої CMS – це візуальне формування вигляду сторінки.

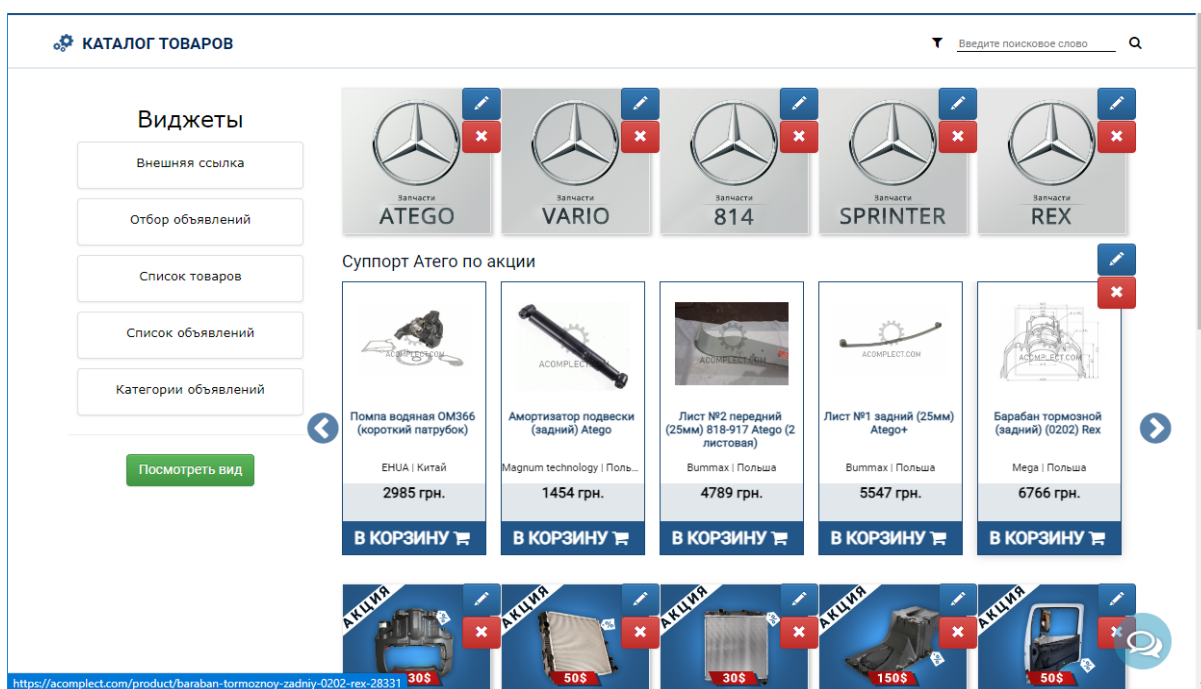


Рисунок 5. Редагування вигляду головної сторінки сайту

Вебсайт надає користувачу в електронному вигляді можливість здійснення покупки, організацію оплати та доставки товару за допомогою вбудованих сервісів. Перегляд замовлень, їх статусу та комунікація з менеджерами організована в особистому кабінеті.

Основним завданням у процесі розробки інтернет-магазинів є його інтеграція з ERP-системою підприємства.

ERP - це "планування ресурсів підприємства", тобто стратегія організації бізнес-процесів. Серед таких процесів – оптимізація виробничих операцій, управління активами, фінансовий менеджмент та управління ризиками, робота з персоналом тощо. ERP-система – це комплекс програмних інструментів, які допомагають вирішувати ці завдання.

Для автоматизації завдань у магазині та ведення бухгалтерського обліку з продажу автозапчастин використовується корпоративна інформаційна система. Сайт інтегрується з системою, дозволяючи в автоматичному і ручному режимах імпортувати продукцію та категорії (рис. 6).

Програмний комплекс ERP охоплює всі аспекти бізнесу та поєднує їх у централізовану систему. Це допомагає компанії орієнтуватися в тому, що вона робить, які засоби має, як розподіляти дохід, про що звітувати фіскальним органам, як працювати зі співробітниками, куди розвиватися і як пристосуватися до поточної ситуації, щоб досягти стратегічної мети.

Наведемо кілька основних принципів роботи ERP, які будуть корисні для бізнесу:

- працює у режимі реального часу;
- загальна всім користувачів фірми база даних, яка підтримує всі додатки (прикладні модулі);

- узгодженість та взаємопов'язаність модулів;
- кросплатформеність: може працювати на різних серверах та операційних системах;
- доступ до системи через клієнтський інтерфейс незалежно від часу доби та розташування;
- різні рівні доступу користувачам як вертикально (ієрархії оргструктури компанії), і горизонтально (залежно від відділу);
- варіанти розгортання: на сервері чи хмарі.

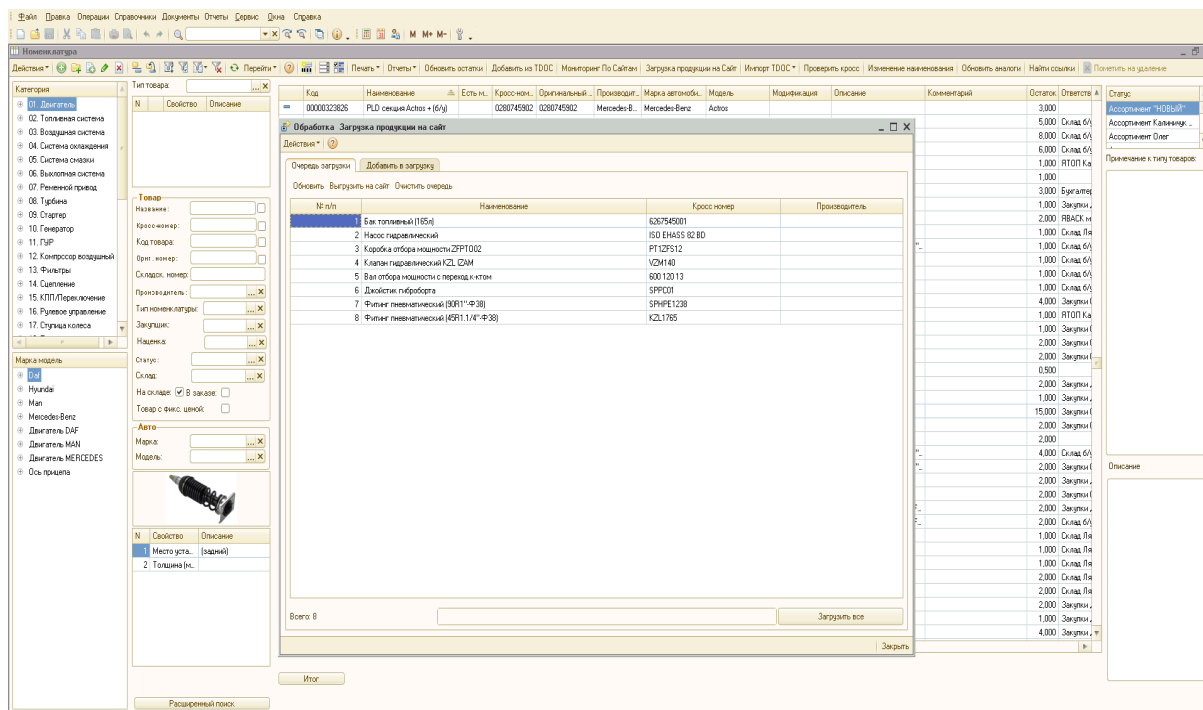


Рисунок 6. Перегляд продукції та черги експорту на сайт в системі підприємства

Для корпоративної інформаційної системи було розроблено низку обробок та звітів для автоматичного експорту продукції на сайт. При цьому експорт продукції організований у вигляді черги та вивантажується на сайт порціями через визначений інтервал часу. При цьому у чергу стає нова продукція або змінена користувачем в системі.

Слід зазначити, що автоматично продукція вивантажує на сайт фото та всі характеристики автозапчастин, які змінено. Окремо також може оновлюватись тільки ціна, якщо інші параметри не змінені.

Розроблений вебсайт та його інтеграція з корпоративною інформаційною системою підприємства надають широкі можливості:

- здійснювати ведення роздільного управлінського і фінансового обліку;
- здійснювати ведення партійного обліку товарного;
- оформляти закупівлю і продаж товарів;
- вести облік взаєморозрахунків з покупцями та постачальниками, деталізувати взаєморозрахунки за окремими договорами;
- формувати необхідні первинні документи (товарні видаткові накладні, рахунки-фактури і т.д.);
- виконувати резервування товарів і контроль оплати;
- вести облік реалізації товарів, їх повернення і оплати;
- задати для кожного товару необхідна кількість цін різного типу, зберігати ціни постачальників, автоматично контролювати й оперативно змінювати рівень цін;
- вести облік товарів у різних одиницях виміру;
- одержувати найрізноманітнішу звітну і аналітичну інформацію про рух товарів і грошей.

Висновки (Conclusions)

У процесі розробки автором спроектовано базу даних та інтерфейс користувача вебдодатку. Сайт дозволяє користувачу ознайомитися з пропонованим асортиментом товарів і послуг, оформити онлайн-замовлення (у режимі реального часу). Контур керування інтернет-магазином фіксує надходження замовлення, забезпечує менеджера сайту нескладними інструментами аналізу й формування рішень щодо закупок окремих товарів, задоволення запитів окремих груп покупців. Розроблений сайт дає можливість здійснювати первинний аналіз даних з замовлень, має зручний інтерфейс, забезпечує ефективність системою пошуку.

Автором створено вебсайт. Він є частиною системи електронної торгівлі для роздрібних підприємств, полегшує процедуру оформлення замовлень і дозволяє підприємствам отримати додатковий канал збуту. Головною функцією, яку може виконувати користувач за допомогою вебсайту є перегляд каталогу товарів, можна переглядати товари за категоріями групами та підгрупами, що значно полегшує пошук потрібного товару. При цьому йому надаються широкі можливості для здійснення пошуку товарів за різними ознаками (за маркою, моделлю, модифікацією і т.д.).

Автором розроблено інтеграцію з корпоративною інформаційною системою для передачі замовлень, а також для онлайн імпорту товарів із ІС разом із фотографіями при будь-якій зміні карточки товару в системі.

Таким чином, з використанням сучасних мов програмування, технологій та підходів розроблено вебсайт Інтернет-магазину, який надає користувачу усі зручні та гнучкі інструменти для управління контентом сайту.

Конфлікт інтересів (Conflicts of interest)

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Фінансування (Funding)

Дослідження не отримало зовнішнього фінансування.

Література (References)

- Bramer, M. (2015). Using a MySQL Database I. In: Web Programming with PHP and MySQL. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-22659-0_12
- Krogh, Jesper Wisborg. (2020). MySQL workbench. In: MySQL 8 Query Performance Tuning, pp. 199–226. Apress, Berkeley, CA. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-5584-1_11
- Kromann, F.M. (2018). Beginning PHP and MySQL From Novice to Professional. Springer, New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-4302-6044-8>
- Kromann, F.M. (2018). MVC and Frameworks. In: Beginning PHP and MySQL. Apress, Berkeley, CA https://doi.org/10.1007/978-1-4302-6044-8_21
- Lengstorf, J., & Wald, K. Pro PHP and jQuery. Apress (2016). <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-1230-1>
- Naipopuliarnishi movy prohranuvannia u 2023 rotsi. <https://kiev.lemon.school/uk/itblog/yakumovu-programuvannya-vibrati>.
- Pitt, C. (2012). Pro Php MVC. Apress, New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-4302-4165-2>
- TIOBE Index for September 2023. <https://www.tiobe.com/tiobe-index/>
- West, A.W., Prettyman, S. (2018). Create and test a database and table. In: Practical PHP 7, MySQL 8, and MariaDB Website Databases, pp. 1–31. Apress, Berkeley. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3843-1_1
- Zandstra M., Vagrant. In. (2016). PHP Objects, Patterns, and Practice., Apress, Berkeley, CA. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-1996-6>



Vol. 1 No. 2 (2023)

Available since: 2023

Published: 2 times a year

Founders: State University of Economics and Technology

ISSN: 3041-1246

E-mail: ete@duet.edu.ua Journal homepage: <https://ete.org.ua>

JEL: C88

DOI: 10.62911/ete.2023.01.02.08

Development of an Android application for controlling the device on Arduino

Citation:


Medvediev, D., Khotskina, V., Khodukin, M., Dashko, A., & Kravchuk, M. (2023). Development of an Android application for controlling the device on Arduino. Scientific and practical journal "Economics and technical engineering", 1(2), 98–114.

<https://doi.org/10.62911/ete.2023.01.02.08>

Dmytro Medvediev

Assoc. Prof., PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: medvediev_dg@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0002-3747-1717

Valentyna Khotskina

Assoc. Prof., PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: hotskina_vb@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0001-8963-4189

Mykola Khodukin

Assistant, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: hodukin@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0001-8577-2541

Anhelina Dashko

Student, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: angelina.02.12.2003@gmail.com

Mykyta Kravchuk

Student, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: oslskddooda@gmail.com

Abstract: The article shows the interaction between Android and Arduino, namely wireless data transfer from Arduino devices and data processing in an application for the Android system. A prototype of a mobile environmental monitoring station has been created. An Android application has been developed to receive and display information from a mobile monitoring station. Bluetooth is used as a wireless data transmission channel to the Android application. The Bluetooth module connects to the board via a serial port and transmits sensor readings to the mobile application and control signals to the Arduino board. Thus, the exchange of information between the Android application and the Arduino board occurs by writing and reading information from the serial port. The App Inventor environment was used to develop the Android application. MIT App Inventor is an intuitive visual programming environment with which you can create various applications for smartphones and tablets based on Android and iOS, is a completely cloud-based environment, allows you to connect to the FirebaseDB project. It also contains a set of tools for managing and transferring data, including ones on the Arduino board, using the Bluetooth module. The Android application is a client application that creates a control interface for the mobile monitoring station. The Arduino application is the executor of commands received from the client and ensures the collection and transmission of relevant information to the client through the interface. Therefore, a mobile monitoring station was created based on the Arduino Uno board, equipped with a DHT-11 (DHT-22) humidity and temperature sensor, a Bluetooth module HC-06 wireless data transmission module and placed on a moving platform. These components allow the mobile station to measure temperature and humidity, pair with other devices via Bluetooth and avoid obstacles, making the device more functional and useful for solving various tasks in conditions with limited human access.

Keywords: Arduino; Android; Bluetooth; data transfer.

Received: 10/09/2023

Accepted: 15/11/2023




JEL: C88

Development of an Android application for controlling the device on Arduino

Dmytro Medvediev

Assoc. Prof., PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: medvediev_dg@duet.edu.ua

 ORCID ID: 0000-0002-3747-1717

Valentyna Khotskina

Assoc. Prof., PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: hotskina_vb@duet.edu.ua

 ORCID ID: 0000-0001-8963-4189

Mykola Khodukin

Assistant, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: hodukin@duet.edu.ua

 ORCID ID: 0000-0001-8577-2541

Anhelina Dashko

Student, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: angelina.02.12.2003@gmail.com

Mykyta Kravchuk

Student, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: oslskddooda@gmail.com

Abstract: The article shows the interaction between Android and Arduino, namely wireless data transfer from Arduino devices and data processing in an application for the Android system. A prototype of a mobile environmental monitoring station has been created. An Android application has been developed to receive and display information from a mobile monitoring station. Bluetooth is used as a wireless data transmission channel to the Android application. The Bluetooth module connects to the board via a serial port and transmits sensor readings to the mobile application and control signals to the Arduino board. Thus, the exchange of information between the Android application and the Arduino board occurs by writing and reading information from the serial port. The App Inventor environment was used to develop the Android application. MIT App Inventor is an intuitive visual programming environment with which you can create various applications for smartphones and tablets based on Android and iOS, is a completely cloud-based environment, allows you to connect to the FirebaseDB project. It also contains a set of tools for managing and transferring data, including ones on the Arduino board, using the Bluetooth module. The Android application is a client application that creates a control interface for the mobile monitoring station. The Arduino application is the executor of commands received from the client and ensures the collection and transmission of relevant information to the client through the interface. Therefore, a mobile monitoring station was created based on the Arduino Uno board, equipped with a DHT-11 (DHT-22) humidity and temperature sensor, a Bluetooth module HC-06 wireless data transmission module and placed on a moving platform. These components allow the mobile station to measure temperature and humidity, pair with other devices via Bluetooth and avoid obstacles, making the device more functional and useful for solving various tasks in conditions with limited human access.


Keywords: Arduino; Android; Bluetooth; data transfer

Розробка Android-додатку для керування пристроєм на Arduino

Дмитро Медведєв

к. т. н., доцент, Державний університет економіки і технологій, Кривий Ріг, Україна


e-mail: medvediev_dg@deut.edu.ua

 ORCID ID: 0000-0002-3747-1717

Валентина Хоцкіна

к. т. н., доцент, Державний університет економіки і технологій, Кривий Ріг, Україна


e-mail: hotskina_vb@duet.edu.ua

 ORCID ID: 0000-0001-8963-4189

Микола Ходукін

Асистент, Державний університет економіки і технологій, Кривий Ріг, Україна

e-mail: hodukin@duet.edu.ua

 ORCID ID: 0000-0001-8577-2541

Ангеліна Дашко

Студентка, Державний університет економіки і технологій, Кривий Ріг, Україна

e-mail: angelina.02.12.2003@gmail.com

Микита Кравчук

Студент, Державний університет економіки і технологій, Кривий Ріг, Україна

e-mail: oslskddooda@gmail.com

Анотація: У статті описано взаємодію між Android та Arduino, а саме бездротову передачу даних з пристроїв Arduino та обробку даних у додатку для системи Android. Створено прототип мобільної станції екологічного моніторингу. Для отримання та відображення інформації з мобільної станції моніторингу розроблено додаток для Android. Bluetooth використовується як бездротовий канал передачі даних до програми Android. Модуль Bluetooth підключається до плати через послідовний порт і передає показання датчика в мобільний додаток і сигнали управління на плату Arduino. Таким чином, обмін інформацією між додатком Android і платою Arduino відбувається шляхом запису і зчитування інформації з послідовного порту. Для розробки програми для Android використовувалося середовище App Inventor. MIT App Inventor – це інтуїтивно зрозуміле середовище візуального програмування, за допомогою якого можна створювати різні додатки для смартфонів і планшетів на базі Android і iOS, є повністю хмарним середовищем, дозволяє підключатися до проекту FirebaseDB. Також він містить набір інструментів для управління і передачі даних, в тому числі на платі Arduino, за допомогою модуля Bluetooth. Додаток Android – це клієнтський додаток, який створює інтерфейс керування мобільною станцією моніторингу. Додаток Arduino є виконавцем команд, отриманих від клієнта, і забезпечує збір і передачу клієнту необхідної інформації через інтерфейс. Тому була створена мобільна станція моніторингу на базі плати Arduino Uno, оснащена датчиком вологості та температури DHT-11 (DHT-22), модулем бездротової передачі даних Bluetooth HC-06 і розміщена на рухомій платформі. Ці компоненти дозволяють мобільній станції вимірювати температуру і вологість, підключатися до інших пристроїв через Bluetooth і обходити перешкоди, роблячи пристрій більш функціональним і корисним для вирішення різноманітних завдань в умовах обмеженого доступу людини.

Ключові слова: Arduino; Android; Bluetooth; передача даних

Вступ (Introduction)

На сьогоднішній день існує дуже поширена практика використання інтелектуальних роботів у побуті, на виробництві та інших сферах. Такі прилади можуть бути оснащені датчиками для моніторингу різних показників довкілля тощо. Ця галузь має великий потенціал для вирішення низки завдань на побутовому та підприємницькому рівні. Однією з сучасних можливостей є створення маленьких роботів, які можуть виконувати різні завдання.

Для створення подібних пристроїв активно застосовується апаратна платформа Arduino, до якої пишуть програмне забезпечення мовою програмування C / C ++. Саме дана технологія буде використана в нашій роботі для створення машинки, це дозволить маніпулювати та розробляти різні засоби самокерування для неї.

Метою роботи є розробка маленької пересувної станції моніторингу, яка працює на основі плати Arduino Uno, датчика вологості та температури DHT-11, модуля бездротової передачі даних Bluetooth HC-06 та обладнання датчиком з функцією "бачити" і обходити перешкоди спрощує моніторинг та забезпечує зручний доступ до даних в режимі реального часу, навіть у випадках, коли простір обмежений.

Відповідно до мети були визначені наступні завдання:

- детально оглянути технічні характеристики плати Arduino Uno та виявити, як вони впливатимуть на функціональність машинки;
- розглянути та дослідити Bluetooth-модуль, датчик температури і вологості, мотор-редуктор;
- провести аналіз інструменту розробки додатків для Android – App Inventor;
- дослідити логіку додатку, яка відповідає за обробку подій та взаємодію з Bluetooth-пристроями;
- визначити можливі проблеми, які можуть виникнути при використанні додатку, та описати шляхи їх вирішення.

Матеріали та методи (Materials and Methods)

Операційною системою, для якої буде створено додаток, було обрано Android. Причина тому те, що ОС пропонує розробникам більше свободи ніж інші тому, що Google дає доступ до файлів операційної системи та обладнанню. (Iakymchuk V. S., & Navryliuk V. S., 2019).

У світі існує ряд програм, які забезпечують керування пристроєм, розробленого на основі плати Arduino Uno, через андроїд-додаток. кожен має переваги і недоліки. Наприклад, Arduino Bluetooth Controller (рис. 1).

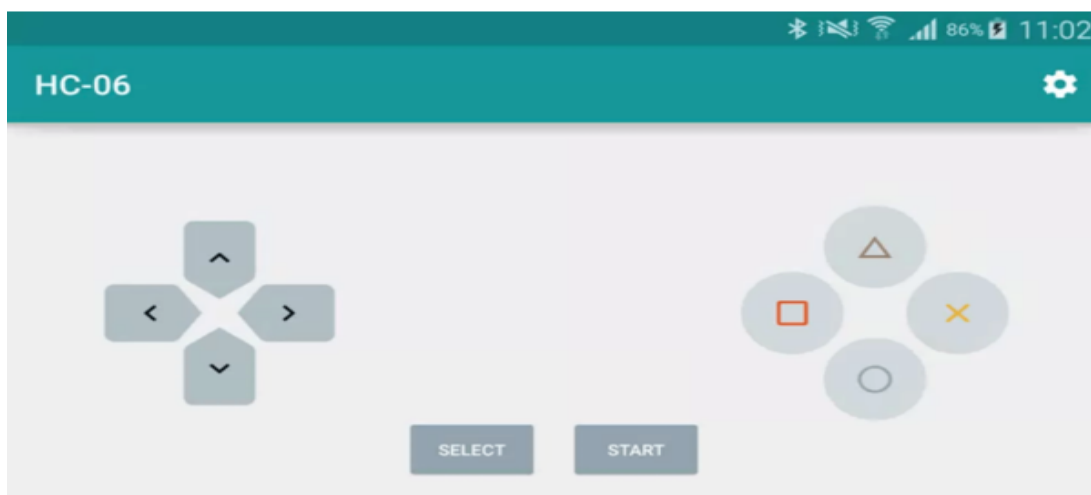


Рисунок 1. Вікно програми "Arduino Bluetooth Controller"

Додаток має простий користувальницький інтерфейс, його легко налаштувати. Об'єднайте Ваш Android з Bluetooth-модулем, підключеним до Arduino, і можна починати. Підключення відбувається у чотирьох різних режимах:

- Режим контролера. Він презентує інтерфейс контролера гри. Натискання будь-якої кнопки на екрані надсилає відповідну команду до Arduino. Легко керуйте своїм роботом за допомогою цього приємного інтерфейсу.
- Режим перемикачів. Він складається з однієї кнопки, яку можна використовувати для керування дистанційно підключеним перемикачем.
- Режим затемнення. Він може надсилати змінні значення на Arduino, корисний для керування такими факторами, як яскравість та швидкість.
- Режим терміналу. За допомогою цього режиму надсилайте власні команди та напишіть кілька рядків коду на вашому Arduino для декодування команд.

Іншим прикладом є Virtuino (рис. 2). Virtuino дозволяє візуалізувати проекти, керувати більш ніж однією платою Arduino одночасно через Bluetooth, WiFi, інтернет або навіть через SMS. Можна створювати візуальні інтерфейси для світлодіодів, комутаторів, діаграм, аналогових приладів, лічильників.



Рисунок 2. Вікно програми Virtuino.

Проте вони забезпечують або можливість рухати пристрій, або отримувати й візуалізувати дані.

Досить широко використовується і програма Blynk (рис. 3). Вона пропонує власні мобільні програми для iOS та Android, які дозволяють віддалено керувати підключеними пристроями та візуалізувати дані з них.

Додаток працює в режимі розробника та користувача.

Основною функцією режиму розробника в мобільній програмі є створення та редагування інтерфейсу користувача мобільної інформаційної панелі (GUI) для заданого шаблону пристрою. Мобільна інформаційна панель побудована з віджетів – модульних елементів інтерфейсу користувача, які можна розташувати на полотні. Кожен віджет виконує певну функцію (кнопка, повзунок, діаграма тощо) та має власні параметри, що залежать від його функціональності.

Режим користувача використовується як виробниками, так і кінцевими користувачами. Він зосереджений на пристроях, авторизації та перегляді сповіщень і керуванні ними за допомогою віджетів та додаткових екранів, що містять певну інформацію про дані, які встановлюються, надсилаються або отримуються в Blynk.Cloud і пристроях.

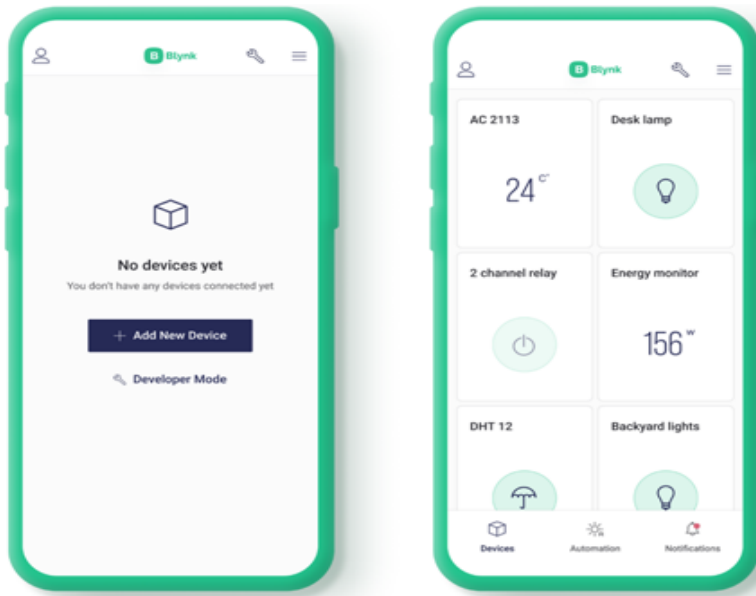


Рисунок 3. Вікно програми Blynk.

Завдяки інтерфейсу з чудовим матеріальним дизайном Blynk дозволяє створювати користувацькі інтерфейси для Arduino на прикладі плати розширення Arduino Ethernet, Bluetooth і Wi-Fi-технологій бездротового зв'язку, та, загалом, для використання програмного забезпечення для віддаленого моніторингу і контролю. (Tsygulnyk, S. M., & Motorna, L. V. 2022). Також є змога ділитися своїми проектами – просто треба надати посилання на них. Але маємо недоліки у вигляді обмеженої кількості контрольованих виводів у безкоштовній версії та залежність від стороннього хмарного сховища.

Тому найоптимальнішим варіантом для управління пересувною станцією та отримання даних було обрано середовище App Inventor, яке спеціалізується на розробці додатків для платформи Android та пропонує надійний, зручний і рентабельний доступ до маніпулювання технологічними машинами, такими як мобільні пристрої, роботи та ПК. Саме алгоритми та логіка роботи пересувної станції включають в себе взаємодію з Bluetooth-пристроями, відображення помилок, обробку вологості й температури повітря, та відтворення даних у вигляді графіку на смартфоні, які можуть бути корисними для користувача.

Результати (Results)

Arduino

Пересувна станція моніторингу – станція, яка складається з плати Arduino Uno, датчика вологості та температури DHT-11, модуля бездротової передачі даних Bluetooth HC-06, що встановлені на рухомій платформі

Огляд компонентів та їх характеристики.

Arduino Uno (рис. 4) - це пристрій на основі мікроконтролера ATmega328. До його складу входить все необхідне для зручної роботи з мікроконтролером. Arduino Uno універсальний засіб автоматизації, вона може працювати як в симбіозі з ПК, так і самостійно від незалежного джерела живлення (Palyadichuk Y. et al. 2018). До плати Arduino можна приєднувати окремі модулі (шилди) зі своїми друкованими платами та стандартним набором сигналів. Шилди значно полегшують з'єднання МК з інтелектуальними периферійними пристроями, наприклад, із модулем GSM, GPS, Ethernet, Bluetooth, X-Bee, WiFi. (Tsygulnyk S.M. 2021).

Характеристики:

- Мікроконтролер: ATmega328
- Робоча напруга: 5 В
- Напруга живлення (рекомендована): 7-12 В

- Напруга живлення (гранична): 6-20 В
- Цифрові входи/виходи: 14 (з них 6 можуть використовуватися в якості ШІМ-виходів)
- Аналогові входи: 6
- Максимальний струм одного виводу: 40 мА
- Максимальний вихідний струм виводу: 3.3V 50 мА
- Flash-пам'ять: 32 КБ (ATmega328) з яких 0.5 КБ використовується завантажувачем
- SRAM: 2 КБ (ATmega328)
- EEPROM: 1 КБ (ATmega328)
- Тактова частота: 16 МГц

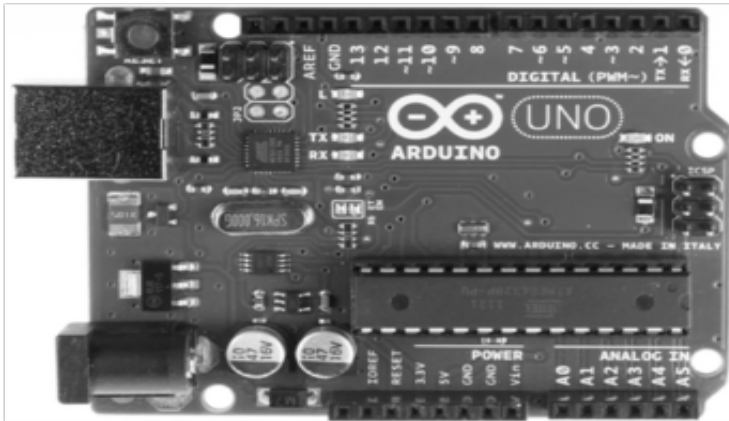


Рисунок 4. Плата Arduino Uno.

Послідовний порт (Serial Port, COM-порт) — двонаправлений послідовний інтерфейс, призначений для обміну байтовою інформацією.

Послідовний інтерфейс UART (universal asynchronous receiver/transmitter) – тип асинхронного приймача-передавача, компонентів комп'ютерів та периферійних пристроїв, що передає дані між паралельною та послідовною формами. Він являє собою логічну схему, з одного боку підключену до шини обчислювального пристрою, а з іншого - має два або більше виводи для зовнішнього з'єднання.

UART - це зазвичай окрема мікросхема чи частина мікросхеми, що використовується для з'єднання через комп'ютерний чи периферійний послідовний порт. UART нині загалом включені в мікроконтролери.

Обмін інформацією через UART відбувається в дуплексному режимі, тобто передача даних може відбуватися одночасно з прийомом. Для цього в інтерфейсі UART є два сигнали:

- TX - вихід для передачі даних;
- RX - вхід для прийому даних.

Послідовний інтерфейс UART в Arduino.

Плата Arduino UNO має один порт UART, сигнали якого підключені до пінів 0 (сигнал RX) і 1 (сигнал TX). Сигнали мають логічні рівні TTL (0 ... 5 В). Через ці контакти (0 і 1) можна підключити до плати інший пристрій, що має інтерфейс UART.

Bluetooth-модуль HC-06 (рис. 5) – призначений для бездротового послідовного зв'язку. Передача даних відбувається за допомогою інтерфейсу UART. Модуль Bluetooth HC-06 може передавати файли потоком до 25 Мб/с зі швидкістю до 2,1 Мбіт/с. У діапазоні від 2,402 ГГц до 2,480 ГГц за допомогою поширення частотного перестрибування спектру (FHSS) даний модуль дозволяє уникнення перешкод від інших пристроїв дуплексної передачі (Klymenko L. P. et al. 2020). Модуль має чотири п'яна, які необхідні для з'єднання з платою Arduino UNO: VCC та GND – живлення 5В та заземлення; RXD і TXD – це п'яна для прийому та передачі даних (під'єднуються до відповідних контактів на платі Arduino – D0 та D1).

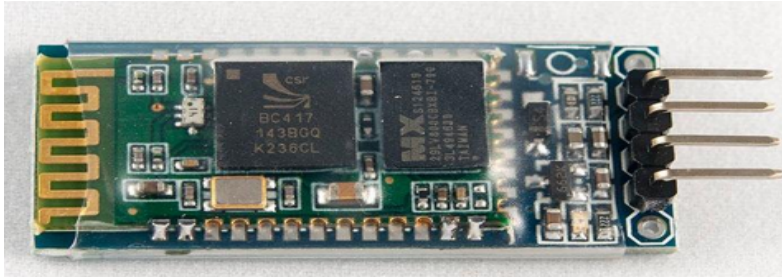


Рисунок 5. Bluetooth-модуль HC-06.

Модуль датчика DHT11 (рис. 6) – це цифровий датчик температури і вологості, що дозволяє калібрувати цифровий сигнал на виході. Складається з ємнісного датчика вологості і термістора. Також, датчик містить в собі АЦП для перетворення аналогових значень вологості і температури.

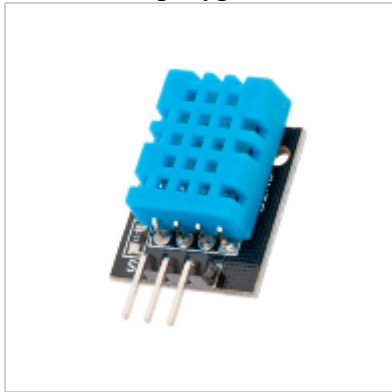


Рисунок 6. Зовнішній вигляд сенсора DHT11

Принцип роботи датчика температури заснований на вимірюванні опору при вимірюванні температури, що до вимірювання вихідної напруги, яка слугує для вимірювання температури. Датчик вологості заснований на зміні концентрації електроліту, що покриває собою будь-який електроізоляційний матеріал (Lubko, D., & Lytvyn, Y. 2017).

Алгоритм спілкування сенсора з контролером наступний:

1. Мікроконтролер посилає запит на показники та змінює сигнал з «0» на «1»;
2. Датчик отримує запит та відповідає зміною бітового сигналу з «0» на «1»;
3. У випадку, коли на запит буде отримане підтвердження, датчик видає мікроконтролеру пакет даних в розмірі 5 байт (в двох перших байтах температура, в третьому і четвертому - вологість, п'ятий байт - контрольна сума для виключення помилок вимірювання).
4. Після передачі пакета даних датчик переходить в сплячий режим до наступного запиту з боку мікроконтролера.

Завдяки тому, що сенсор робить вимірювання тільки за запитом, досягається достатня енергоефективність (датчик споживає струм лише 100 мкА в режимі очікування).

Технічні характеристики датчика DHT11:

- Визначення вологості: 20 – 90% RH \pm 5% (макс.)
- Визначення температури: 0 – 50°C \pm 2% (макс.)
- Частота опитування: не більше 1 Гц
- Розміри: 15,5 x 12 x 5,5 мм
- Живлення: 3,5 – 5,5 В
- Струм споживання (макс.): 2,5 мА (режим передавання), 100мкА (режим очікування)

Датчик підключається до плат мікроконтролерів за допомогою трьох пінів (**VCC** – живлення, **GND** – загальний, **S** – вивід даних).

Для роботи з датчиком використовують бібліотеки, наприклад dht.h, що містить декілька функцій:

1. dht DHT; ініціалізується робота сенсора;
2. DHT.ReadNN(dht_pin); зчитуються показники датчика, де NN – тип датчика (11 – DHT11; 22 – DHT22); dht_pin – номер піну, до якого підключений контакт Data Out;
3. DHT.humidity повертає значення температури повітря по Цельсію;
4. DHT.temperature повертає значення вологості повітря.

Єдиним недоліком цього датчика можна вважати те, що нові дані з нього отримуються з періодичністю тільки раз в одну-дві секунди.

Рухома платформа (рис. 7) будується на Arduino мотор-редукторах, що призначені для з'єднання широкого колеса з редуктором мотора для виконання рухомих елементів.



Рисунок 7. Рухома платформа з мотор-редукторами

Основні характеристики мотор-редуктора Arduino:

- Номінальний струм: 250 мА макс. при напрузі 3,6 В.
- Напруга живлення : 6 В - 8 В.
- Швидкість обертання без навантаження: 170 об/хв (при напрузі 3,6 В).

Для керування колекторними двигунами мікроконтролером краще використовувати драйвер двигуна – Arduino Motor Shield L293D (рис. 8). Два чіпи L293D дозволяють подавати максимальний струм до 0,6А на кожен з каналів.

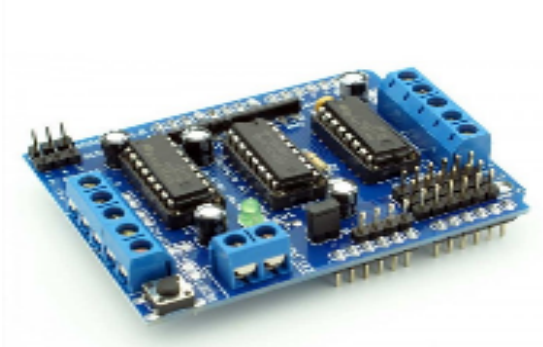


Рисунок 8. Arduino Motor Shield L293D

Характеристики:

- Напруга живлення: від 4,5 до 36В;
- Допустимий робочий струм навантаження - 600мА на канал, піковий струм - 1,2А;
- Захист від перегріву: так.

Чотири двонаправлені двигуни постійного струму підключаються кожен до 8-бітної шини. Таким чином, для кожного можна встановлювати індивідуальну швидкість. Так як

двигуни в момент пуску дають великий кидок струму, то для розподілу живлення логіки (плата Arduino з Bluetooth-модулем та сенсором DHT11) і самих моторів драйвер двигуна буде запитаний від зовнішнього джерела. Наприклад, шість гальванічних елементів живлення типу AA (рис. 9).



Рисунок 9. Відсік для батарей 6xAA

Передача значень з датчика (температури або вологості) безпосередньо в Андроїд-додаток виконується через Bluetooth-модуль. Для цього використовуються команди відправки повідомлень через послідовний порт. Наприклад, *Serial.print(DHT.humidity)*; передає значення вологості.

Керування рухом платформи здійснюється за допомогою компонентів Андроїд-додатку (Button1, Button2, Button3, Button4, Button5) через відповідні функції (*Forward()*; *Right()*; *Left()*; *Back()*;) в скетчі. Наприклад, функція поворот на право:

```
void Right() {
    digitalWrite (MotorRightForward, HIGH);
    digitalWrite (MotorLeftForward, LOW);
    digitalWrite (MotorRightBack, LOW);
    digitalWrite (MotorLeftBack, HIGH);
    analogWrite (MotorRightSpeed, 200);
    analogWrite (MotorLeftSpeed, 200);
}
```

Обрання необхідної функції на виконання покладається на конструкцію *switch/case*. Вона спрацює, якщо з послідовного порту надійдуть відповідні дані:

```
if (Serial.available()) {
    vp = Serial.read();
}
switch (vp){
    case 'F':
        Forward();
        break;
    case 'R':
        Right();
        break;
    .....
}
```

Таким чином, мобільна станція повинна виконувати кілька завдань одночасно, не перериваючи одне одного. По-перше, вимірювати та передавати покази датчика з певною періодичністю. По-друге, миттєво реагувати на команди, що надходять з мобільного додатку. Тобто мікроконтролер плати Arduino має запускати дві функцій одночасно: як функцію обробки датчика, так і функцію обробки команд руху. Методом вирішення цього питання є

використання функції *yield()*, яка виконується під час роботи будь-якої затримки на деяких платах Arduino. Функція *yield()* передає керування іншим завданням за викликом. У нашому випадку вона задіяна у функції *delay()*, що потрібна для отримання не спотворених показників температури (вологості).

Андроїд

Для програмування додатку на мобільні телефони використовувалося обране середовище App Inventor – це “хмарне середовище візуальної розробки додатків для платформи Android OS, робота в якій не вимагає знання мови програмування Java і Android SDK, досить знання елементарних основ алгоритмізації” (Tsygulnyk S. 2018). Спочатку розроблені у Google Labs, де вони спиралися на значні попередні дослідження в галузі освітніх обчислень, після закриття лабораторії, дане середовище зробили доступним всім бажаючим. App Inventor використовує графічний інтерфейс користувача (GUI), візуальна мова програмування, яка схожа на Scratch і StarLogo TNG, підтримує використання хмарних даних. У тому числі в середовище включено безліч компонентів проєктування програми та взаємодії з різними видами керування телефону (камера, bluetooth і т.д).

Створення програми відбувається на двох сторінках: "Designer" і "Blocks". Розглянемо вкладку «Designer» Screen1 – головний екран, який складається з 2 блоків та 4 невидимих компонентів: BluetoothClient1, Notifier1, KevinkunRegEx1, Clock1 (Рис. 10).

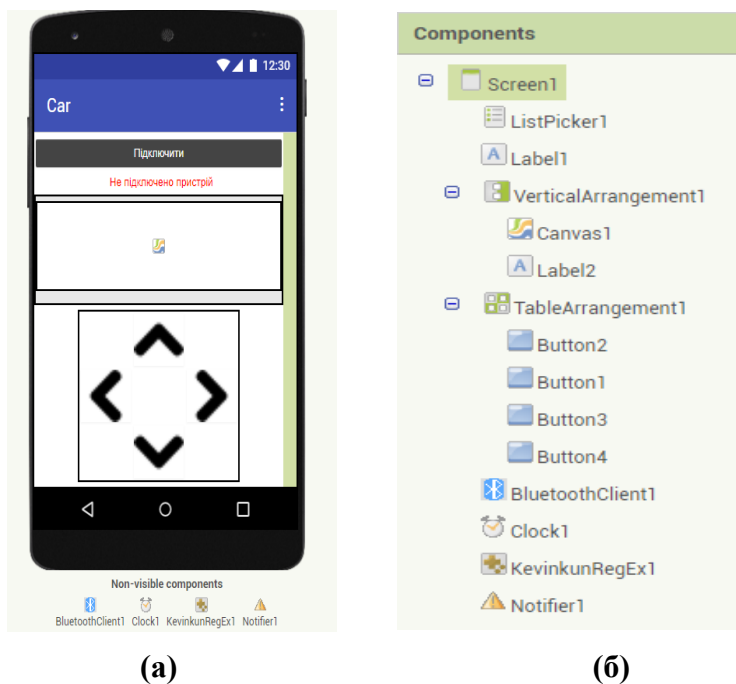


Рисунок 10. Компоненти додатку: (а) користувацький інтерфейс; (б) складові компоненти інтерфейсу

ListPicker1 - це інтерфейс користувача кнопка з вибором Bluetooth-пристрою зі списку.

Label1 – це інтерфейс користувача текстове поле в якому буде виводитися під'єднаний пристрій через Bluetooth.

Label2 – це інтерфейс користувача текстове поле в якому буде виводитися поточна вологість приміщення.

Button4, Button1, Button3, Button2 – це інтерфейси кнопки взаємодії з Bluetooth-пристрій, який був вдало підключений.

TableArrangement – це компонент розташування, призначений для правильного відображення кнопок або тексту у вигляді сітки.

Canvas – це компонент, який дозволяє малювати будь-яку графіку.

BluetoothClient1 – це невидимий компонент, призначений для підключення Bluetooth-пристрій, передачі даних і т.д.

Notifier1 – це невидимий компонент, призначений для показу помилок, якщо вони з'явилися під час виконання дій у додатку.

KevinkunRegEx1 – це невидимий компонент, призначений для коректного відображення назви пристрою, що підключається.

Clock1 – це невидимий компонент, призначений для оновлення даних через певний інтервал.

Розглянемо вкладку «Blocks», де створюється вся логіка та взаємодія з підключеним пристроєм через Bluetooth.

Перший блок «when Screen1.ErrorOccurred», де відбувається відображення помилок, якщо вони сталися під час роботи додатку.

Другий блок «Error» - цей блок є процедурою, яка виводить помилку згідно з її номером, викликає процедуру «modal», яка описана далі.

Третій блок «modal» - цей блок є процедурою, яка виводить модальне вікно з повідомлення та типом повідомлення у цьому модальному вікні (Рис.11).

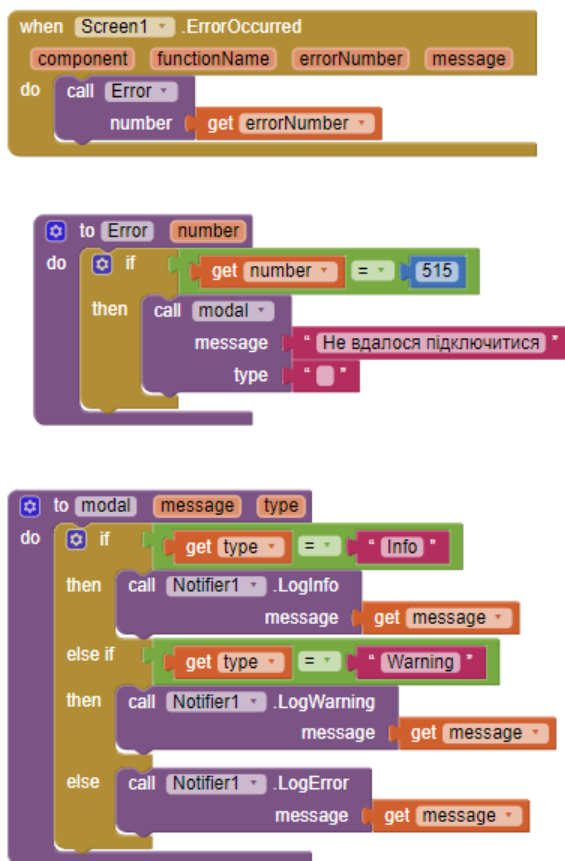


Рисунок 11. Блоки виведення помилок

Четвертий блок "when ListPicker1.BeforePicking". У цьому блоці відбувається отримання списку всіх Bluetooth-пристроїв, яким можна під'єднатися.

П'ятий блок «when ListPicker1.AfterPicking». У цьому блоці відбувається вибір пристрою для під'єднання, якщо під'єднання відбулося успішно, то «Напис1» привласнюється напис під'єднаний і назва пристрою, а при невдачі з'явиться користувачеві модальне вікно з помилкою (рис. 12).

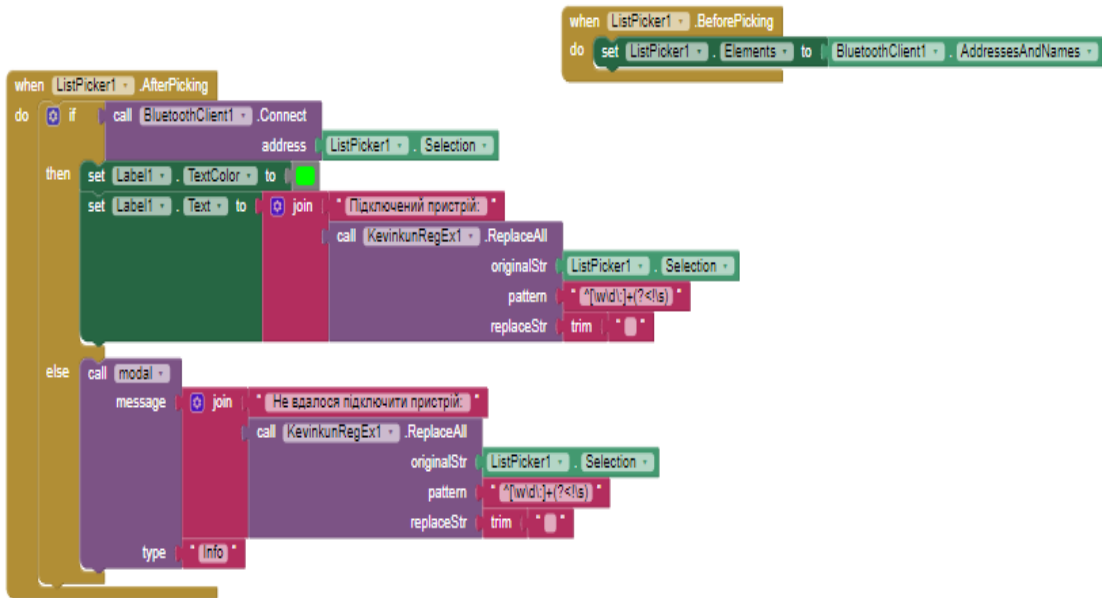


Рисунок 12. Блоки підключення пристрою

Розглянемо групу блоків: «when Button1.TouchDown», «when Button2.TouchDown», «when Button3.TouchDown», «when Button4.TouchDown», «Button5.TouchDown». У цих блоків відбувається взаємодія по натисканню на них. Кожна кнопка викликає метод у «BluetoothClient1» «SendText» та символ, який необхідно надіслати під'єднанному Bluetooth-пристрою.

Блоки, такі як: «when Button1.TouchUp», «when Button2.TouchUp», «when Button3.TouchUp», «when Button4.TouchUp», «when Button5.TouchUp» виконують те саме, що описано вище (рис. 13).

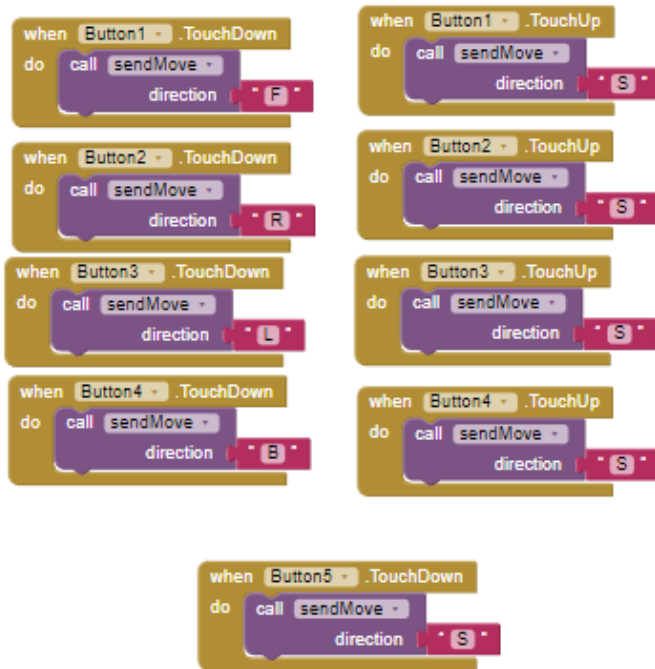


Рисунок 13. Блоки взаємодії з кнопками.

Розглянемо групу глобальних змінних: «current_x», «current_y», «previous_x», «previous_y», у яких присвоюється нулі. Вони призначені для відображення графіка (рис. 14).



Рисунок 14. Глобальні змінні

Розглянемо блок малювання графіка, який зображений (на рис. 15).

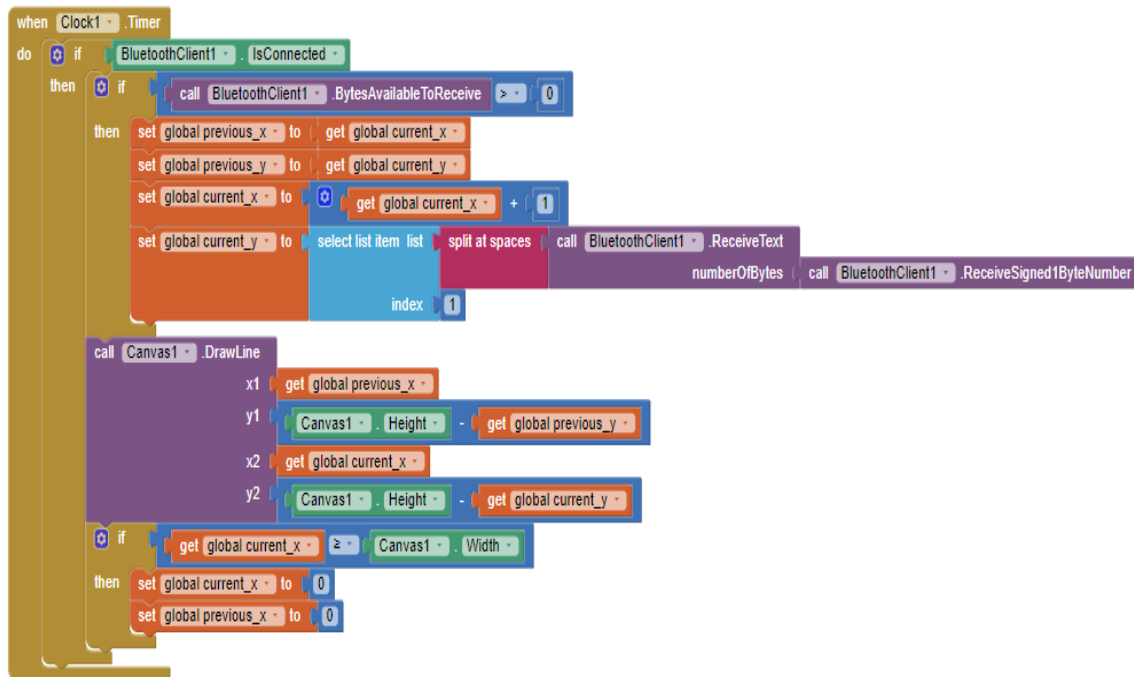


Рисунок 15. Блок малювання графіка

У ньому використовується невидимий компонент "Clock1", у компонента "Clock1" використовується таймер, який кожену секунду перевіряє умову малювання графіка, якщо невидимий компонент "BluetoothClient1", який описаний вище, якщо пристрій підключений, то перевіряється ще на одну умову, де у "BluetoothClient1" викликається метод "BytesAvailableToReceive", який повертає кількість вхідних даних. І якщо ця кількість більше нуля, то ми використовуємо групу глобальних змін, які були описані вище. У змінні "global previous_x" і "global previous_y" записувати значення, яке містить в "global current_x" і "global current_y". Змінні "global current_x" і "global current_y" записуються нові значення, а саме: в "global current_x" присвоюється число, що містить "global current_x" і трійку, а "global current_y" присвоюватиметься перший елемент масиву, який приходить з "BluetoothClient1". Далі використовується компонент "Canvas" і метод "DrawLine", який дозволяє малювати нам графік. Він застосовує деякі параметри для відтворення, такі як (x1, y1, x2, y2), де x1 буде глобальною змінною "global previous_x", y1 буде значення висота компонента "Canvas" віднімається від глобальною змінною "global previous_y", x2 буде глобальною змінною "global current_x", y2 буде значення висота компонента "Canvas" віднімається від глобальною змінною "global current_y". Далі використовується компонент "Label 2", куди записують поточну вологість приміщення. Йде умова на перевірку, чи перевищив глобальну змінну "global current_x" ширину "Canvas", якщо так, то очиститься старий графік і починається малювати новий, глобальні змінні "global current_x" і "global previous_x" присваються нулі.

Результат роботи програми відображається на екрані мобільного телефона (Рис. 16).



Рисунок 16. Результат роботи програми.

Висновки (Conclusions)

На початку роботи було вирішено використовувати технологію Arduino для створення кінцевого продукту, адже вона є дуже поширеною у нинішній час та досить зручною у використанні і проектуванні. Її сутність полягає в тому, що до електронної плати Arduino можна під'єднати різні компоненти та змусити їх працювати разом за допомогою програми, написаної спрощеною мовою, що дозволяє користувачам розробляти власний набір із апаратних складових. Програмне забезпечення Arduino добре підходить для різних видів системи, наприклад: Linux, Windows, Macintosh тощо. Також існує функція відкритого програмного забезпечення, вона дозволяє розробникам використовувати код Arduino для злиття з переважаючими бібліотеками мов програмування, який, до того ж, може бути розширений або змінений.

Тому, на початку виконання дослідження, було детально оглянуто компоненти Arduino та їх характеристики, що допомогло у подальших рішеннях та діях.

Щодо візуальної розробки додатку, спершу воно було розроблене у Google Labs, спираючись на попередні дослідження. Наступним ключовим завданням цього проєкту було дослідження та використання середовища розробки додатків для смартфонів на базі ОС Андроїд – App Inventor, в ході чого використовувалася візуальна мова програмування на кшталт Scratch і StarLogo TNG. Середовище App Inventor надає зручний спосіб створення додатків для мобільних пристроїв. Його було використано для взаємодії з пересувною станцією через Bluetooth-зв'язок. Логіка, прописана у додатку, включає в себе обробку подій, відображення помилок та відтворення даних у режимі реального часу.

Так, була створена пересувна станція моніторингу на основі плати Arduino Uno, яку оснастили датчиком вологості і температури DHT-11, модулем бездротової передачі даних Bluetooth HC-06, після чого все було розміщено на рухомій платформі. Ці компоненти дозволили пересувній станції вимірювати температуру та вологість повітря, взаємодіяти з іншими пристроями через Bluetooth-зв'язок та обходити перешкоди, які зустрічаються на її шляху, все це робить пристрій більш функціональним та корисним для вирішення різних завдань та отримання деяких даних.

Отже, в ході виконання роботи було визначено можливі проблеми, які можуть виникнути при використанні пересувної станції для моніторингу й запропоновано шляхи їх вирішення. Також ми досягли головної мети, поставленої на початку, адже кінцевий варіант пристрою і

Андроїд-додатку правильно відпрацьовують та виконують всі завдання, запропоновані у процесі проєкту.

Конфлікт інтересів (Conflicts of interest)

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Фінансування (Funding)

Дослідження не отримало зовнішнього фінансування.

Внесок авторів (Authors contribution)

Концептуалізація, М.Д.; методика, Х.М., Д.А. та К.М.; програмне забезпечення, Х.М. та К.М.; перевірка, Д.А. та М.Д.; аналітичні дані, Д.А.; візуалізація, К.М.; нагляд, Х.В.; адміністрація проєкту, М.Д.. Усі автори прочитали та погодились з опублікованою версією рукопису.

Література (References)

- Arduino: <https://www.arduino.cc/>
- Bluetooth Tutorial Tutorial-Reports.com. <http://www.tutorial-reports.com/wireless/bluetooth/tutorial.php>
- Bluetooth® Technology Website. <https://www.bluetooth.com/>
- Comparison of Wireless Technologies Bluetooth, WiFi, BLE, Zigbee, Z-Wave, 6LoWPAN, NFC, WiFi Direct, GSM, LTE, LoRa, NB-IoT, and LTE-M. https://predictabledesigns.com/wireless_technologies_bluetooth_wifi_zigbee_gsm_lte_lora_nb-iot_lte-m/
- Different Types of Wireless Communication Technologies. <https://www.watelectronics.com/different-types-of-wireless-communication-technologies/>
- HC 06 Bluetooth module pinout, features & datasheet. <https://components101.com/wireless/hc-06-bluetooth-module-pinout-datasheet>
- Iakymchuk V.S., & Havryliuk V.S., (2019). Comparison of IOS and Android operating systems: advantages and disadvantages of developing mobile applications for each of the systems, *Biomedical Engineering and Technology № 2 (2019) 86-94*. <https://doi.org/10.20535/2617-8974.2019.2.168085>
- Klymenko L.P., Andreev V.I., Sluchak., O.I., Prishchepov O.F., Shchessiuk O.V., Davidenko Ya.Yu. (2020). Automated TICKER-system of remote display of data for led-board in bench of internal combustion engine, *Internal Combustion Engines, №2 (2020) 89-94*, <https://doi.org/10.20998/0419-8719.2020.2.12>
- Lubko, D., & Lytvyn, Y. (2017). Methodology of Arduino designing as a Web-client and Web-server with the use of the DHT11 sensor and their comparative characteristics, *Bulletin of the National Technical University «KhPI» Series: New Solutions in Modern Technologies*, (32(1254), 62–67. <https://doi.org/10.20998/2413-4295.2017.32.10>
- Palyadichuk Y., Rutkevych V., Zinev M., Lisovoy I. (2018). The Prospects of Using the Arduino Open Software Package for Studying Technical Courses. *Central Ukrainian scientific bulletin (technical sciences)* 31(2018) 158-164. <https://doi.org/10.32515/2409-9392.2018.31.158-164>
- Tsyryllyuk S. (2018). MIT APP inventor to create Android applications laboratory course without programming. *Electronic Scientific Professional Journal "Open educational e-environment of modern university"*, (4), 91–95. <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2018.4.9195>

- Tsyulnyk S. M. (2021). Software and hardware system «ARDUINO LEARNER KIT». *Electronic Scientific Professional Journal "open educational e-environment of modern university"*, (10), 231–240. <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2021.1019>
- Tsyulnyk, S. M., & Motorna, L. V. (2022). Ifttt service and internet of things for students' project learning in professional colleges. *Information Technologies and Learning Tools*, 88(2), 255–272. <https://doi.org/10.33407/itlt.v88i2.4403>
- What are ZigBee, WiFi, Bluetooth, BLE, and WiMax by Brian Ray IoT For All Medium. <https://medium.com/iotforall/what-are-zigbee-wifi-bluetooth-ble-and-wimax-260916018f34>
- What is WiFi and How Does it Work - CCM. <https://ccm.net/faq/298-what-is-wifi-and-how-does-it-work>
- Yaremchuk N., Semenjuk R., 2017. Working of verbal data for the constructions of card. *Metrology and devices*, 5: pages 58-61
- Zigbee. <https://zigbeealliance.org/solution/zigbee/>



Vol. 1 No. 2 (2023)

Available since: 2023
Published: 2 times a year

Founders: State University of Economics and Technology

ISSN: 3041-1246

E-mail: etc@duet.edu.ua Journal homepage: <https://etc.org.ua>

JEL: L6

DOI: 10.62911/etc.2023.01.02.09

Justification of methodical approaches to determining the theoretical fuel combustion temperature in a blast furnace when changing the parameters of the melting mode


Citation:

Kassim, D., Chuprynov, Ye., Shmeltser, K., Liakhova, I. & Korenko, M. (2023). Justification of methodical approaches to determining the theoretical fuel combustion temperature in a blast furnace when changing the parameters of the melting mode. *Scientific and practical journal "Economics and technical engineering"*, 1(2), 115–127. <https://doi.org/10.62911/etc.2023.01.02.09>

Daria Kassim

Prof. DSc, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: kassim@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0002-1750-1237

Yevhen Chuprynov

Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: chuprynov_yv@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0001-8605-3434

Kateryna Shmeltser

Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: shmeltser@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0001-6830-8747

Iryna Liakhova

Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: liakhova_ia@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0001-7589-8351

Maryna Korenko

Senior lecturer, State University of Economics and Technology Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: marinak20162010@gmail.com

 ORCID iD: 0000-0002-4582-1756

Abstract: Based on the study of the practical experience of blast furnace smelting with the injection of pulverized coal fuel on a blast furnace with a useful volume of 5,000 m³, the causes of frequent cases of deformation and burning of air nozzles and coolers were determined. In particular, such reasons include a significant unevenness of the length of the combustion zones in front of the tuyeres around the mine circle and an irrational change in the gas flow distribution along the blast furnace radius. In turn, this is due to the presence of a large unevenness in the distribution of the costs of blowing and pulverized coal fuel along the tuyeres, and therefore the theoretical temperature and output of mine gas along the circumference and radius of the mine blast furnace. Therefore, when determining the possible consumption of any fuel additive, it will be difficult to focus on the value of the theoretical combustion temperature, as a complex parameter of the fuel regime, which characterizes the temperature-oxidative conditions of the transformations of fuel additives in the nozzle cells. This especially applies to the known methods of determining this parameter, which are not sufficiently reliable in case of significant fluctuations in the input melting conditions. The purpose of this work is to develop methodical approaches to determine the theoretical fuel combustion temperature based on the actually controlled blowing parameters when natural gas and PUT are blown into the blast furnace on the basis of stoichiometric ratios and fuel technical analysis data. A method of determining the theoretical combustion temperature in the tuyere when natural gas and/or pulverized fuel is blown into the blast furnace is proposed, using operational information about blowing parameters, consumption of natural gas and pulverized fuel, which are taken from control and measuring devices and automation systems at the central control panel of the blast furnace.

Keywords: theoretical combustion temperature, blast furnace, natural gas, pulverized coal

Received: 10/09/2023

Accepted: 15/11/2023




JEL: L6

Justification of methodical approaches to determining the theoretical fuel combustion temperature in a blast furnace when changing the parameters of the melting mode

Daria Kassim

Prof. DSc, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: kassim@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0002-1750-1237

Yevhen Chuprynov

Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: chuprynov_yv@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0001-8605-3434

Kateryna Shmeltser

Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: shmeltser@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0001-6830-8747

Iryna Liakhova

Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: liakhova_ia@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0001-7589-8351

Maryna Korenko

Senior lecturer, State University of Economics and Technology Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: marinak20162010@gmail.com

 ORCID iD: 0000-0002-4582-1756

Abstract: Based on the study of the practical experience of blast furnace smelting with the injection of pulverized coal fuel on a blast furnace with a useful volume of 5,000 m³, the causes of frequent cases of deformation and burning of air nozzles and coolers were determined. In particular, such reasons include a significant unevenness of the length of the combustion zones in front of the tuyeres around the mine circle and an irrational change in the gas flow distribution along the blast furnace radius. In turn, this is due to the presence of a large unevenness in the distribution of the costs of blowing and pulverized coal fuel along the tuyeres, and therefore the theoretical temperature and output of mine gas along the circumference and radius of the mine blast furnace. Therefore, when determining the possible consumption of any fuel additive, it will be difficult to focus on the value of the theoretical combustion temperature, as a complex parameter of the fuel regime, which characterizes the temperature-oxidative conditions of the transformations of fuel additives in the nozzle cells. This especially applies to the known methods of determining this parameter, which are not sufficiently reliable in case of significant fluctuations in the input melting conditions. The purpose of this work is to develop methodical approaches to determine the theoretical fuel combustion temperature based on the actually controlled blowing parameters when natural gas and PUT are blown into the blast furnace on the basis of stoichiometric ratios and fuel technical analysis data. A method of determining the theoretical combustion temperature in the tuyere when natural gas and/or pulverized fuel is blown into the blast furnace is proposed, using operational information about blowing parameters, consumption of natural gas and pulverized fuel, which are taken from control and measuring devices and automation systems at the central control panel of the blast furnace. On the basis of the developed method of determining the output of mine gas and the theoretical temperature of fuel combustion, it is possible to solve practical problems

related to the optimization of blast parameters of blast furnace smelting, as well as when blowing pulverized coal fuel.

Keywords: theoretical combustion temperature, blast, natural gas, pulverized coal

Обґрунтування методичних підходів до визначення теоретичної температури горіння палива в горні доменної печі при зміні параметрів дутьового режиму плавки

Дар'я Кассім

д.т.н. професор, Державний університет економіки і технологій, Кривий Ріг, Україна


e-mail: kassim@duet.edu.ua

 ORCID ID: 0000-0002-1750-1237

Євген Чупринов

к.т.н., доцент, Державний університет економіки і технологій, Кривий Ріг, Україна


e-mail: chuprynov_yv@duet.edu.ua

 ORCID ID: 0000-0001-8605-3434

Катерина Шмельцер

к.т.н., доцент, Державний університет економіки і технологій, Кривий Ріг, Україна


e-mail: shmeltser@duet.edu.ua

 ORCID ID: 0000-0001-6830-8747

Ірина Ляхова

к.т.н., доцент, Державний університет економіки і технологій, Кривий Ріг, Україна


e-mail: liakhova_ia@duet.edu.ua

 ORCID ID: 0000-0001-7589-8351

Марина Коренко

к.т.н., доцент, Державний університет економіки і технологій, Кривий Ріг, Україна

e-mail: marinak20162010@gmail.com

 ORCID ID: 0000-0002-4582-1756

Анотація: На підставі вивчення практичного досвіду ведення доменної плавки з вдуванням пиловугільного палива на доменній печі корисним об'ємом 5000 м³ були визначені причини частих випадків деформації і горіння повітряних фурм і холодильників. Зокрема, до таких причин відносяться значна нерівномірність протяжності зон горіння перед фурмами по колу горна і нераціональна зміна розподілу газового потоку по радіусу доменної печі. У свою чергу, це зумовлене наявністю великої нерівномірності розподілу витрат дуття та пиловугільного палива по фурмам, а отже і теоретичної температури і виходу горнового газу по колу і радіусу горна доменної печі. Таким чином, при визначенні можливої витрати будь-якої дутьової добавки, орієнтація на значення теоретичної температури горіння, як на комплексний параметр дутьового режиму, що характеризує температурно-окисні умови перетворень паливних добавок у фурмених осередках, буде ускладнена. Особливо це стосується відомих методик визначення цього параметру, які є недостатньо надійними при значних коливаннях вхідних умов плавки. Мета роботи – розробка методичних підходів до визначення теоретичної температури горіння палива за фактично контрольованими параметрами дуття при вдуванні в горн доменної печі природного газу та пиловугільного палива на основі стехіометричних співвідношень та даних технічного аналізу палива. Запропоновано методику визначення теоретичної температури горіння у фурм при вдуванні в горн природного газу та/або пиловугільного палива, з використанням оперативної інформації про параметри дуття, витрати природного газу та пиловугільного палива, що знімаються з контрольно-вимірювальних приладів та систем автоматизації на центральному

пульті управління доменною піччю. На основі розробленої методики визначення виходу горнового газу та теоретичної температури горіння палива можливе вирішення практичних завдань щодо оптимізації дутьових параметрів доменної плавки, особливо при вдуванні пиловугільного палива.

Ключові слова: теоретична температура горіння, дуття, природний газ, пиловугільне паливо, горновий газ.

Вступ (Introduction)

Незважаючи на розвиток альтернативних металургійних технологій прямого отримання заліза, доменна піч все ще залишається основним технологічним агрегатом для виробництва рідкого чавуну. Враховуючи зростаючий дефіцит вугілля, придатного для процесу коксування, та вдосконалення природоохоронних заходів, стратегічне завдання чорної металургії України полягає в зниженні рівня споживання коксу при виробництві чавуну. Головна роль у вирішенні цього завдання, як і раніше, належить саме доменному виробництву, як основному споживачу коксу.

Завдяки зусиллям науковців та технологів-доменників, за останні 50 років технологія доменної плавки зазнала значного вдосконалення. Так, питома витрата коксу скоротилася з 0,9 до 0,3 т/т чавуну, питома продуктивність доменної печі збільшилася з 1,3 до 3,2 т/(м³·добу). Важливо відзначити, що таке суттєве скорочення питомої витрати коксу було досягнуто за рахунок впровадження та вдосконалення технології доменної плавки з використанням для заміщення частини коксу пиловугільного палива.

Пиловугільне паливо на підприємствах Східної Європи почали використовувати ще у 70-х роках ХХ століття. Суттєвих результатів використання цієї технології досягли на заводах Японії, США, Німеччини, Китаю та інших країн.

В Україні роботу доменних печей з вдування пиловугільного палива було розпочато ще 1963 року на Донецькому металургійному заводі (ДМЗ). Ця технологія пройшла етапи дослідної та дослідно-промислової експлуатації (1968-1978 рр.), а з 1980 року на базі першої в Європі промислової установки освоєно технологію спільного вдування в горн природного газу та пиловугільного палива на збагаченому киснем дуття, що дозволило замінити до 35% коксу доменного.

Однак на сьогоднішній день вже стали зрозумілими і деякі негативні сторони даної технології. Заміна коксу пиловугільним паливом суттєво підвищує вимоги до якості залізородних шихтових матеріалів (міцність, вміст дріб'язку, вміст заліза), коксу (післяреакційна міцність, реакційна здатність, вміст золи, сірки, вузький фракційний склад), пиловугільного палива (вміст золи, сірки, реакційна здатність), параметрів дутьового та шлакового режимів плавки (вміст кисню в дутті, температура дуття), приладів та систем автоматики, що забезпечують оперативний технологічний контроль.

Температура горіння палива в фурменій зоні доменної печі є одним з найважливіших технологічних параметрів плавки. Це початкова температура газового потоку, від якої залежить ефективність використання його теплової та хімічної енергії в робочому просторі печі. Враховуючи технічну складність безперервного та безпосереднього вимірювання температури горіння палива в горні печі, в даний час її найчастіше розраховують, визначаючи таким чином так звану теоретичну (адиабатичну) температуру горіння.

Низка досліджень (Novokhatskii, 2018), (Bol'shakov, 2009), (Rostovskii, 1998), (Wu, 2011) переконливо доводить, що теоретична температура горіння палива в фурмених осередках доменної печі є одним з основних узагальнюючих показників на основі розрахункового контролю, які й визначають раціональні значення параметрів дутьового режиму.

Особливої актуальності набуває процес розрахунку та контролю узагальнюючих теоретичних показників, що характеризують роботу газового потоку в горні печі, а отже і газодинамічні процеси по висоті печі, набуває при сучасній доменній плавці з вдуванням в

горн печі пиловугільного палива. Це пояснюється тим, що технологія доменної плавки при вдуванні пиловугільного палива, не дивлячись на високу ефективність, є в багатьох випадках досить складною. Для усунення проблем і технологічних ризиків впровадження технології доменної плавки при вдуванні пиловугільного палива необхідна реалізація заходів повної і комплексної компенсації негативного впливу на доменну плавку виведення з шихти великої кількості коксу і подачі в горн вугільного пилу, які наведені в науково-практичній літературі (Chaika, 2019).

У доменних цехах теоретичну температуру горіння палива у фурмених осередках розраховують за наближеними формулами, наприклад, за емпіричною формулою, розробленою за участю фахівців інституту чорної металургії ім. З.І. Некрасова, яка наведена в довідковій літературі:

$$T_T = 2000 + 0,75(t_d - 1100) + 40(2,0 - \varphi + 50(\omega - 25,0) + 53(9,0 - D) - 26KГ - 4,0M), \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (1)$$

де ω – концентрація кисню в дутті, %; φ – вологість дуття, %; D – витрата природного газу, % у дутті; t_d – температура дуття, $^\circ\text{C}$; $KГ$ – витрата коксового газу, % у дутті; M – витрата мазуту, $\text{г}/\text{м}^3$ дуття.

Однак, на думку професора Тараканова А.К. із співавторами (Tarakanov, 2015), дане рівняння часто дає в сучасних умовах завищені результати, що в свою чергу, утримує технологів-доменників від раціонального підвищення теоретичної температури.

Також запропоновані підходи для розрахунку теоретичної температури горіння з урахуванням елементарного аналізу палива, що вдувається, зміни параметрів дуття і кількості додаткових палив. Так, теоретичну температуру горіння коксу і додаткового палива в доменній печі, у найбільш поширених випадках, запропоновано визначати за формулою:

$$t_T = \frac{0,9341t_d + 8208\omega - \varphi(2402 - 1,2177t_d) - (1,9322 + 2,235W^p)S_p - \dots}{1 + \omega + 2\varphi + (0,0012 + 0,0013W^p)S_p} \dots$$

$$\dots \frac{-(0,39 + 2,2175C_{me}^p)S_{me} - 2673S_2 + 94,76}{+ 0,0005S_{me} + 2,026S_2}, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (2)$$

де t_d – температура дуття, $^\circ\text{C}$; ω – вміст кисню у дутті, $\text{м}^3/\text{м}^3$; φ – вміст вологи у дутті, $\text{м}^3/\text{м}^3$; S_p , S_{me} , S_2 – витрата рідкого, твердого та газоподібного палива, $\text{м}^3/\text{м}^3$; W^p – вологість робочого палива, д.од.; C_{me}^p – вміст вуглецю в твердому паливі, д.од.

Проте, слід відзначити, що елементарний аналіз палива, на відміну технічного, є досить складним, тому його здійснюють порівняно рідко та найчастіше обмежуються проведенням технічного аналізу. Отже, коефіцієнти рівняння (2) найчастіше розраховуються на підставі усереднених даних елементарного аналізу твердого та рідкого палива. Тому, ми вважаємо, що при нестабільній сировинній базі сучасних металургійних підприємств використання даного рівняння може знижувати коректність отриманих результатів.

З урахуванням елементарні склади пилоподібного палива для доменної плавки необхідно перераховувати коефіцієнти в розрахункових формулах, що залежать від складів. Зокрема, вміст вуглецю в робочому паливі змінюється від 0,5287 до 0,7979 $\text{кг}/\text{кг}$, золи – від 0,0634 до 0,3555 $\text{кг}/\text{кг}$ тощо, що, природно, потребує перерахунку коефіцієнтів, що входять у вираз (2), а отже ускладнює розрахунковий контроль параметрів роботи печі.

Визначити теоретичну температуру горіння можна з відомого рівняння, наведеного в підручнику (Efimenko, 1981), в якому всі величини, що входять до нього, віднесені до 1 кг вуглецю, що згорає на фурмах:

$$T_T = 273 + \frac{9797 + m_r \cdot q_r + V_d \cdot [(C_d + \varphi \cdot C_{H_2O}) \cdot t_d - 10806 \cdot \varphi]}{V_r \cdot C_2}, \text{ К, (3)}$$

де 9797 – теплота згорання вуглецю коксу до CO, кДж/кг; m_r – витрата природного газу в розрахунку на 1 кг вуглецю, що згорає у фурм, м³; q_r – сумарний тепловий ефект перетворень компонентів газоподібного палива в зоні горіння, кДж/м³; V_d – витрата сухого дуття, віднесеного до 1 кг вуглецю, що згорає у фурм, м³; t_d – температура дуття, °С; φ – вологість дуття, д.од.; C_d , C_{H_2O} , C_r – теплоємність дуття, вологи та газу, кДж/(м³·град); 10806 – тепловий ефект ендотермічного процесу розкладання 1 м³ вологи, кДж; V_r – загальна кількість газів, що утворюються у фурм, у розрахунку на 1 кг вуглецю, що згорає у фурм, м³.

Даний вираз досить широко використовується у теоретичних розрахунках. При цьому, на думку професора Лялюка В.П. (Lyalyuk, 2019), в даному випадку не враховується ентальпія вуглецю коксу, що надходить у зону горіння, і тепловіддача від продуктів горіння до рідких продуктів плавки. Крім того, обчислення розрахункових величин, віднесених до 1 кг вуглецю, що спалюється на фурмах, не становить труднощів при наявності матеріального балансу, але є досить проблематичним в тих випадках, коли необхідно контролювати значення теоретичної температури горіння у виробничих умовах або проводити аналіз на основі виробничих даних.

На думку професора Товаровського І.Г. (Tovarovskii, 2016), при визначенні можливої витрати будь-якої дутьової добавки, зручно виходити із змін теоретичної температури горіння, яка, як комплексний параметр дутьового режиму, характеризує температурно-окисні умови перетворень паливних добавок у фурмених осередках. У цьому сенсі, орієнтацію на збереження перевірених на практиці значень теоретичної температури горіння, у разі підвищення витрати добавки, слід вважати виправданою.

Отже, як показав виконаний аналіз, сучасні методики визначення теоретичної температури горіння палива в горні доменної печі є недостатньо надійними при значних коливаннях вхідних умов плавки (витрати добавки, температури та витрати дуття, концентрації кисню в ньому).

Мета роботи – розробка методичних підходів до визначення теоретичної температури горіння палива за фактично контрольованими параметрами дуття при вдуванні в горн доменної печі природного газу та ПУТ на основі стехіометричних співвідношень та даних технічного аналізу палива. Виведення комплексних формул для розрахунку теоретичної температури і виходу горнового газу, при спільному використанні пиловугільного палива і природного газу, дозволить визначати їх значення і при окремому їх використанні.

Матеріали та методи (Materials and Methods)

У ході дослідження був проведений аналіз даних спеціальних літературних джерел щодо сучасних уявлень про особливості ведення доменної плавки при вдуванні в горн печі пиловугільного палива, а також методів розрахунку теоретичної температури горіння, як одного з комплексних показників теплового стану горна печі. При розробці методичних підходів до визначення теоретичної температури горіння палива за фактично контрольованими параметрами дуття при вдуванні в горн доменної печі природного газу та ПУТ були використані стехіометричні співвідношення та дані технічного аналізу палива.

Результати (Results)

Виконані дослідження (Lyalyuk, 2017) результатів впровадження і освоєння технології доменної плавки з вдуванням пиловугільного палива на доменній печі корисним об'ємом 5000 м³ ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» дозволили визначити причини частих випадків

деформації і горіння повітряних фурм і холодильників, до яких відносяться значна нерівномірність протяжності зон горіння перед фурмами по колу горна і нераціональна зміна розподілу газового потоку по радіусу доменної печі.

У квітні 2016 року на доменній печі №9 об'ємом 5000 м³ ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» були виконані вимірні витрати пиловугільного палива по фурмам (Рис. 1).

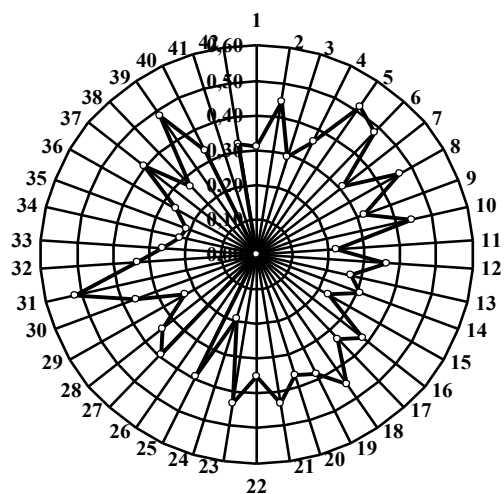


Рисунок 1. Діаграма зміни витрати пиловугільного палива по фурмам (цифри по радіусу діаграми, т/годину).

Як видно з рис. 1, контроль витрати пиловугільного палива по фурмам доменної печі показав суттєву нерівномірність його розподілу. Наприклад, на фурмі №24 витрата палива була менше ніж на фурмі №31 на 63 %.

Спостереження за розподілом дуття по фурмам на доменній печі об'ємом 5000 м³ також виявили значну нерівномірність цього параметру. На рис. 2-4 наведені діаграми зміни витрати дуття, теоретичної температури та виходу горнового газу перед фурмами доменної печі об'ємом 5000 м³. Суцільним колом постійного діаметра відображаються середньодобові значення витрати дуття, теоретичної температури та виходу горнового газу по фурмам доменної печі, а ламані криві з точками у вузлах перед номером кожної фурми відображають їх фактичні значення.

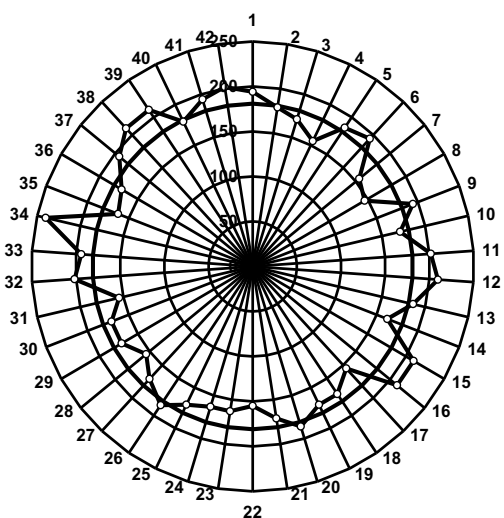


Рисунок 2. Діаграма зміни витрати дуття по фурмам печі об'ємом 5000 м³ (цифри по радіусу діаграми, м³/хв.)

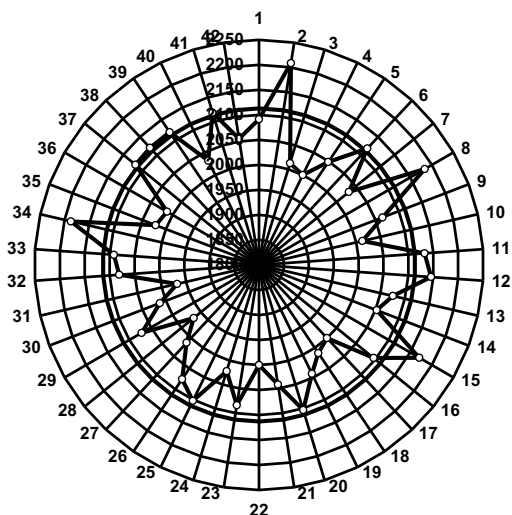


Рисунок 3. Діаграма зміни теоретичної температури по фурмам печі об'ємом 5000 м³ (цифри по радіусу діаграми, К)

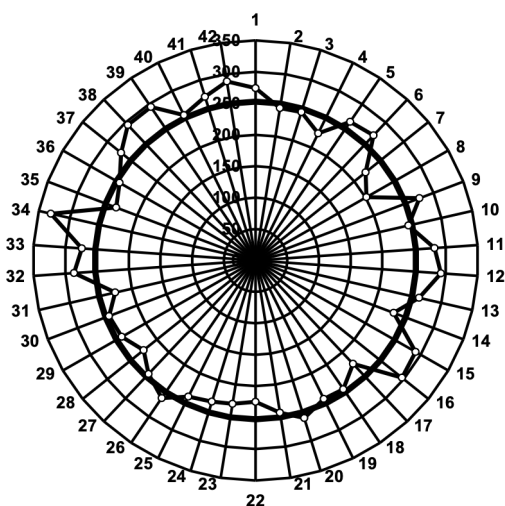


Рисунок 4. Діаграма зміни виходу горнового газу по фурмам доменної печі об'ємом 5000 м³ (цифри по радіусу діаграми, м³/хв.)

Аналіз діаграм показує наявність великої нерівномірності розподілу витрат дуття по фурмам, теоретичної температури і виходу горнового газу по колу і радіусу горна доменної печі. Нерівномірність розподілу дуття по фурмах по колу горна доменної печі суттєво впливає на розподіл та формування осередків горіння біля повітряних фурм в печі, глибину проникнення газового потоку в центр горна, зміну температурного поля по радіусу горна, конфігурацію та розташування зони когезії, хімічний склад газового потоку та фізичний стан конденсованих матеріалів, на нерівномірність сходження шихти, на профіль печі тощо, що, в свою чергу, впливає на рівність ходу доменної печі, на її продуктивність, питому витрату коксу та якість чавуну.

Таким чином, впровадження технології вдування пиловугільного палива на доменній печі об'ємом 5000 м³ підприємства «АрселорМіттал Кривий Ріг», показало значну невизначеність в зміні розмірів зон горіння перед фурмами печі і розподілі газового потоку по радіусу її горну при впровадженні технології пиловугільного палива. Це вимагає розробки методики визначення і контролю теоретичної температури горіння та інших комплексних показників повітряного, комбінованого дуття і горнового газу для технології вдування в доменну піч пиловугільного палива.

Як відомо, теоретична температура горіння палива розраховується як відношення приходу теплоти (суми ентальпії дуття, теплоти горіння палива та ентальпії коксу, що приходить на фурми) до об'єму фурменого газу, що утворюється, та його питомої теплоємності.

У загальному вигляді теоретична температура горіння може бути розрахована за рівнянням:

$$T_m = \frac{Q_\Sigma}{V_\Gamma \cdot c_\Gamma}, \quad (4)$$

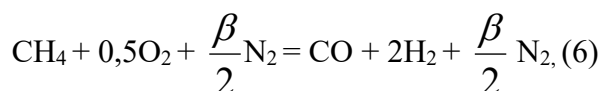
де Q_Σ – сумарний прихід теплоти від згорання палива (вуглецю коксу, природного газу та пиловугільного палива), кДж/с; V_Γ – вихід горнового газу, м³/с; c_Γ – теплоємність горнового газу, кДж/м³·град.

Надходження теплоти за рахунок горіння природного газу:

$$Q_\Gamma \cdot 1700, \quad \text{кДж/с}, \quad (5)$$

де Q_Γ – витрата природного газу, м³/с; 1700 – тепловий ефект реакції горіння 1 м³ природного газу, кДж/м³.

Враховуючи стехіометричні співвідношення, при горінні природного газу по реакції:



витрачається кисню дуття:

$$O_2 \cdot \left[Q_\Gamma \cdot \left(0,5 + \frac{1 - O_2}{2O_2} \right) \right], \quad \text{м}^3/\text{с}, \quad (7)$$

де β – вміст азоту в сухому дутті, м³/м³, O_2 – вміст кисню в сухому дутті м³/м³.

Відповідно, решта кисню витрачається на спалювання вуглецю коксу та пиловугільного палива:

$$O_2 \cdot \left[Q_d - Q_\Gamma \cdot \left(0,5 + \frac{1 - O_2}{2O_2} \right) \right], \quad \text{м}^3/\text{с}, \quad (8)$$

де Q_d – приведена до нормальних умов витрата дуття, м³/с.

При цьому виділяється теплоти:

$$10521,9 \cdot O_2 \cdot \left[Q_d - Q_\Gamma \cdot \left(0,5 + \frac{1 - O_2}{2O_2} \right) \right], \quad \text{кДж/с}, \quad (9)$$

де 10521,9 – тепловий ефект горіння вуглецю на 1 м³ кисню.

Залишком кисню спалюється вуглецю:

$$O_2 \cdot \left[Q_D - Q_G \cdot \left(0,5 + \frac{1 - O_2}{2 \cdot O_2} \right) \right] \cdot \frac{12}{11,2}, \text{ кг/с. (10)}$$

Тепловміст спаленого вуглецю коксу нагрітого до 1400 °С:

$$1400 \cdot 1,6 \cdot \left(O_2 \cdot \left[Q_D - Q_G \cdot \left(0,5 + \frac{1 - O_2}{2 \cdot O_2} \right) \right] \cdot \frac{12}{11,2} - Y \cdot C_y \right), \text{ кДж/с, (11)}$$

де 1,6 – середня теплоємність вуглецю при 1400 °С, кДж/кг·град; Y – витрата вугілля, кг/с; C_y – середній вміст вуглецю у вугіллі, д.од.

Прийнявши середній вміст вуглецю для газового вугілля 67,0 %, отримуємо:

$$2240 \cdot O_2 \cdot \left[Q_D - Q_G \cdot \left(0,5 + \frac{1 - O_2}{2 \cdot O_2} \right) \right] \cdot \frac{12}{11,2} - 0,67 \cdot Y, \text{ кДж/с, (12)}$$

де член 0,67·Y – враховує, що вугілля потрапляє у зону горіння холодним.
Прихід теплоти з нагрітим дуттям:

$$1,4 \cdot Q_D \cdot t_D, \text{ кДж/с, (13)}$$

де 1,4 – середня теплоємність дуття в інтервалі температур 1000-1200 °С, кДж/м³·град.;
t_D – температура дуття, °С.

На дисоціацію води дуття витрачається теплота:

$$Q_D \cdot 10806 \cdot \varphi, \text{ кДж, (14)}$$

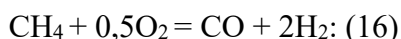
де 10806 – тепловий ефект дисоціації води, кДж/м³; φ – вологість дуття, м³/м³.

На плавлення та шлакоутворення золи пиловугільного палива витрачається теплоти:

$$C_{шл} \cdot A_{пвл} \cdot Y, \text{ кДж, (15)}$$

де C_{шл} – теплоємність шлаку, що утворюється при плавленні золи пиловугільного палива, кДж/(кг·град) (у подальшому розрахунку C_{шл} прийнята = 1700 кДж/(кг·град)), A_{пвл} – вміст золи в пиловугільному паливі, д.од.

Вихід горнового газу при горінні газу за реакцією:



$$Q_G \cdot \left(3 + \frac{1 - O_2}{2 \cdot O_2} \right) \cdot (17)$$

Вихід горнового газу при горінні вуглецю коксу та вугілля:

$$\left(2 + \frac{1 - O_2}{O_2}\right) \cdot \left[Q_D - Q_G \cdot \left(0,5 + \frac{1 - O_2}{2O_2}\right)\right] \cdot O_2, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (18)$$

Вихід горнового газу за рахунок дисоціації вологи дуття:

$$1,5 \cdot Q_D \cdot \varphi, \text{ м}^3/\text{с}. \quad (19)$$

Отже, загальне рівняння для розрахунку виходу горнового газу під час горіння палива, має вигляд:

$$V_G = Q_G \cdot \left(3 + \frac{1 - O_2}{2 \cdot O_2}\right) + \left(2 + \frac{1 - O_2}{O_2}\right) \cdot \left[Q_D - Q_G \cdot \left(0,5 + \frac{1 - O_2}{O_2}\right)\right] \cdot O_2 + 1,5 Q_D \cdot \varphi. \quad (20)$$

Поряд з горновим газом, що утворюється в горні доменної печі при горінні вуглецю та вуглеводнів палива та дисоціації вологи дуття, до загального об'єму горнового газу приєднуються леткі речовини пиловугільного палива та азот, що виконує функцію газу-носія пиловугільного палива. Якщо припустити, що склад летких речовин, які виділяються в горні доменної печі, відповідає складу коксового газу, то розрахувати теплоємність летких речовин можна за даними, наведеними в довідниках для розрахунків апаратури для уловлювання хімічних продуктів коксування (табл. 1).

Таблиця 1. Середня ізобарна теплоємність газів

Компонент	Вміст (X _i), %	Середня C _p , кДж/м ³ ·град в інтервалі температур 800-1227 °С
H ₂	57,9	1,406
CH ₄	26,2	3,742
CO	6,0	1,502
N ₂	4,6	1,490
CO ₂	2,2	2,466
C ₆ H ₆	2,5	9,372
O ₂	0,6	1,589
Суміші	100	2,252

Тобто середня ізобарна теплоємність суміші газоподібних з'єднань, що виділяються в горні з пиловугільного палива в інтервалі температур 800-1227 °С становить 2,252 кДж/м³·град. З урахуванням теплоємності газів виділяються з летких речовин вугілля, газу-носія пиловугільного палива (азоту) та теплоти, що витрачається на шлакоутворення із золи пиловугільного палива, загальне рівняння для розрахунку теоретичної температури горіння, при вдуванні в горні печі природного газу та пиловугільного палива, може бути представлено в наступному вигляді:

$$T_m = 273 + \frac{1700 \cdot Q_{OG} + 10521,9 \cdot O_2 \left[Q_{OD} - Q_{OG} \left(0,5 + \frac{1 - O_2}{2O_2} \right) \right] + 1,4 \cdot Q_{OD} \cdot t_D + \dots}{1,5 \cdot \left\{ \left(3 + \frac{1 - O_2}{2O_2} \right) Q_{OG} + \left(2 + \frac{1 - O_2}{O_2} \right) \cdot \left[Q_{OD} - Q_{OG} \left(0,5 + \frac{1 - O_2}{2O_2} \right) \right] O_2 + 1,5 \cdot Q_{OD} \cdot \varphi \right\} + \dots} \dots$$

$$+ \frac{2340 \cdot O_2 \left[Q_{OD} - Q_{OG} \left(0,5 + \frac{1 - O_2}{2O_2} \right) - 0,67 \cdot V \right] - 10806 Q_{OD} \cdot \varphi - C_{ш} \cdot A_{нум} \cdot m_{ПУТ} \dots}{+ (1,42 \cdot Q_{N_2} + 2,252 \cdot V^c) \cdot m_{ПУТ}}, \quad (21)$$

де 1,5 – теплоємність горнового газу, кДж/м³·град; 1,42 – середня теплоємність азоту в інтервалі температур 100-1227 °С, кДж/м³·град; Q_{N2} – питома витрата азоту-носія, м³/кг пиловугільного палива; 2,252 – середня теплоємність сухого коксового газу в інтервалі температур 800-1227 °С, кДж/м³·град, яка визначається за складом газу та середніми теплоємностями компонентів; V^c – вихід летучих речовин вугілля, д.од.

З метою оцінки впливу зміни витрати ПУТ на значення теоретичної температури горіння нами були виконані розрахунки даного теоретичного показника за рівняння для умов роботи доменної печі корисним об'ємом 1033 м³ з використанням запропонованого рівняння (21).

Як вихідні параметри для розрахунку були обрані наступні фактичні показники роботи доменної печі №1: Q_д – 2021 м³/хвилину; t_д – 1067 °С; O₂ – 22,5 %; φ – 0,01 м³/м³; Q_Г – 75,2 м³/т чавуну. Як показники якості пиловугільного палива прийняли наступні: вміст золи (А) – 9 %; вихід летучих речовин (V^d) – 24 %; Q_{N2} – 0,75 м³/кг пиловугільного палива.

Розрахунки теоретичної температури горіння були виконані при зміні витрати пиловугільного палива від 0 до 300 кг/т чавуну з кроком 50 кг/т чавуну для двох варіантів витрати природного газу: 75,2 та 0 м³/т чавуну.

Результати розрахунків наведено у таблиці 2.

Таблиця 2. Розрахункові значення теоретичної температури горіння

Витрата пиловугільного палива, кг/т	Теоретична температура горіння, °С	
	Q _Г = 75,2 м ³ /т	Q _Г = 0 м ³ /т
0	2033	2301
50	1977	2233
100	1923	2170
150	1872	2109
200	1823	2051
250	1776	2096
300	1732	1944

Таким чином, при збільшенні витрат пиловугільного палива з газового вугілля від 0 до 300 кг/т чавуну теоретична температура горіння без вдування природного газу знижується на 357 °С, при витраті природного газу 75,2 м³/т – на 301 °С, що при інших рівних умовах, відповідає зниженню на 1,2 °С/м³ природного газу і на 1,0 °С/кг пиловугільного палива із газового вугілля.

Висновки (Conclusions)

1. На основі стехіометричних співвідношень та даних технічного аналізу палива розроблені методичні підходи до визначення теоретичної температури горіння палива за фактично контрольованими параметрами дуття при вдуванні в горн доменної печі природного газу та ПУТ.

2. Встановлено, що при збільшенні витрати пиловугільного палива з газового вугілля від 0 до 300 кг/т чавуну теоретична температура горіння без вдування природного газу знижується на 357 °С, при витраті природного газу 75,2 м³/т – на 301 °С, що при інших рівних умовах, відповідає зниженню на 1,2 °С/м³ природного газу і на 1,0 °С/кг пиловугільного палива із газового вугілля.

3. На основі розробленої методики визначення виходу горнового газу та теоретичної температури горіння палива за фактично контрольованими параметрами дуття можливе вирішення практичних завдань щодо оптимізації дутьових параметрів доменної плавки, особливо при вдуванні пиловугільного палива.

Конфлікт інтересів (Conflicts of interest)

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Фінансування (Funding)

Дане дослідження не отримало зовнішнього фінансування.

Внесок авторів (Authors contribution)

Концептуалізація, К.Д., Ч.Є. та Ш.К.; формальний аналіз, Ш.К.; Методологія – Л.І. та Ч.Є.; візуалізація, Ч.Є., та К.М.; оригінальна чернетка, К.Д. та Ч.Є.; перегляд і редагування, Л.І. та К.М. Усі автори прочитали та погодилися з опублікованою версією рукопису

Література (References)

- Bol'shakov, V.I., Murav'eva, I.G., Semenov, Y.S. et al. (2009) Predicting the thermal state of the blast-furnace hearth. *Steel Transl.*, 39, 402–405. <https://doi.org/10.3103/S096709120905009X>
- Chaika, A.L., Sokhatskii, A.A., Vasil'ev, L.E. et al. (2019) Investigation of the Influence of the Technology of Blast-Furnace Smelting with the Use of Pulverized Coal Fuel and Natural Gas on the Performance Indicators of Blast Furnaces. *Metallurgist*, 62, 1201–1212. <https://doi.org/10.1007/s11015-019-00775-1>
- Efimenko, G.G., Gimmel'farb, A.A., and Levchenko, V.E. (1981) *Metallurgiya chuguna* (Metallurgy of the Cast Iron), 496.
- Lyalyuk, V.P., Tarakanov, A.K., Kassim, D.A. et al. (2017) Pulverized-coal injection in a 5000-m³ blast furnace. *Steel Transl.*, 47, 675–681. <https://doi.org/10.3103/S0967091217100060>
- Lyalyuk, V.P., Tarakanov, A.K. (2019) Gas-Dynamic Assessment of Blast-Furnace Smelting. *Steel Transl.*, 49, 535–542. <https://doi.org/10.3103/S0967091219080096>
- Novokhatskii, A.M., Diment'ev, A.O. & Padalka, A.V. (2018) Theoretical Combustion Temperature in Blast Furnaces. *Steel Transl.*, 48, 593–596. <https://doi.org/10.3103/S0967091218090115>
- Rostovskii, A.V., Paren'kov, A.E. & Chernousov, P.I. (1998) Refining theoretical combustion temperature during the blow-in of a blast furnace. *Metallurgist*, 42, 474–476. <https://doi.org/10.1007/BF02511767>
- Tarakanov, A.K., Bochka, V.V., Kostomarov, A.S. (2015) Optymyzatsiya parametrov dutevoho rezhyma domennoi plavky. *Metallurhycheskaia y hornorudnaia promushlennost*, 2, 11-15. http://nbuv.gov.ua/UJRN/MGRP_2015_2_6
- Tovarovskii, I.G., Merkulov, A.E. (2016) Features of Temperature and Concentration Fields During Pig and Cast Iron Smelting in a Blast Furnace Workspace. *Metallurgist*, 60, 589–593. <https://doi.org/10.1007/s11015-016-0336-1>
- Wu, Sl., Liu, Cs., Fu, Cl. et al. (2011) Improvements on Calculation Model of Theoretical Combustion Temperature in a Blast Furnace. *J. Iron Steel Res. Int.*, 18, 1–5. [https://doi.org/10.1016/S1006-706X\(12\)60001-6](https://doi.org/10.1016/S1006-706X(12)60001-6)



Vol. 1 No. 2 (2023)

Available since: 2023

Published: 2 times a year

Founders: State University of Economics and Technology

ISSN: 3041-1246

E-mail: ete@duet.edu.ua Journal homepage: <https://ete.org.ua>

JEL: L640, L710

DOI: 10.62911/ete.2023.01.02.10

Influence chemical composition of the coal mineral substance on the thermochemical properties blast furnace coke

Citation:


Shmeltser, K., Kormer, M., & Liakhova, I. (2023) Influence chemical composition of the coal mineral substance on the thermochemical properties blast furnace coke. Scientific and practical journal "Economics and technical engineering", 1(2), 128–142.

<https://doi.org/10.62911/ete.2023.01.02.10>

Kateryna Shmeltser

Assoc. Prof., PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: shmeltser@duet.edu.ua

 *ORCID iD: 0000-0001-6830-8747*

Maryna Kormer,

Assoc. Prof., PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: kormer@duet.edu.ua

 *ORCID iD: 0000-0002-6509-0794*

Iryna Liakhova

Assoc. Prof., PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: liakhova_ia@duet.edu.ua

 *ORCID iD: 0000-0001-7589-8351*

Abstract: The effectiveness of coke functions in the blast furnace process largely depends on its reactivity. The reactivity of coke affects the course of blast furnace smelting, especially the profile of temperature distribution and gas flows in the furnace, and the degree of gas utilization and the specific consumption of reducing agent. It is shown that the reactivity of coke depends not only on its ash content, but also on its qualitative characteristics, that is, on the total content of oxides of various types, which affect the rate of reaction of carbon with carbon dioxide. The basic equations for calculating the ash basicity index of the batch are given, which are used to quantitatively assess the influence of ash components on the thermochemical properties of coke. It has been established that by calculating the basicity index, it is possible to provide a reasonable comparative assessment and characterize the technological value of coal concentrates and batches, as well as to quickly adjust the composition of production batches. Forecasting the quality of coke based on the properties and composition of coal batches is important for the long-term planning of supplying coke plants with coal for coking and for optimizing the composition of coal batches in the production process. The various mathematical models for predicting reactivity (CRI) and coke post-reaction strength (CSR), including using the genetic characteristics of coal, the chemical composition of their mineral substance was analyzed in the article. An equation is proposed for calculating the predictive indicators of CSR and CRI based on the basicity index of the batch ash for the raw material conditions of coke plant "ArcelorMittal Kryvyi Rih". The dependences of the CSR and CRI indicators of coke on the ash basicity index I_0 of the batch and on the ash basicity index of the $И_0$ batch were constructed, taking into account the ash content and yield of volatile substances of the batch. The use of the proposed equations will allow to optimize the composition of the production coal batch and achieve an increase in the quality of coke according to the post-reaction strength (CSR) indicator by 3-3.5%.

Received: 10/09/2023

Accepted: 15/11/2023



Keywords: coal batch, basicity index, ash, mineral substance, reactivity of coke (CRI), coke post-reaction strength (CSR).


JEL: L640, L710

Influence chemical composition of the coal mineral substance on the thermochemical properties blast furnace coke

Kateryna Shmeltser

Assoc. Prof., PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: shmeltser@duet.edu.ua

 ORCID ID: 0000-0001-6830-8747

Maryna Korner

Assoc. Prof., PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: korner@duet.edu.ua

 ORCID ID: 0000-0002-6509-0794

Iryna Liakhova

Assoc. Prof., PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: liakhova_ia@duet.edu.ua

 ORCID ID: 0000-0001-7589-8351

Abstract: The effectiveness of coke functions in the blast furnace process largely depends on its reactivity. The reactivity of coke affects the course of blast furnace smelting, especially the profile of temperature distribution and gas flows in the furnace, and the degree of gas utilization and the specific consumption of reducing agent. It is shown that the reactivity of coke depends not only on its ash content, but also on its qualitative characteristics, that is, on the total content of oxides of various types, which affect the rate of reaction of carbon with carbon dioxide. The basic equations for calculating the ash basicity index of the batch are given, which are used to quantitatively assess the influence of ash components on the thermochemical properties of coke. It has been established that by calculating the basicity index, it is possible to provide a reasonable comparative assessment and characterize the technological value of coal concentrates and batches, as well as to quickly adjust the composition of production batches. Forecasting the quality of coke based on the properties and composition of coal batches is important for the long-term planning of supplying coke plants with coal for coking and for optimizing the composition of coal batches in the production process. The various mathematical models for predicting reactivity (CRI) and coke post-reaction strength (CSR), including using the genetic characteristics of coal, the chemical composition of their mineral substance was analyzed in the article. An equation is proposed for calculating the predictive indicators of CSR and CRI based on the basicity index of the batch ash for the raw material conditions of coke plant "ArcelorMittal Kryvyi Rih". The dependences of the CSR and CRI indicators of coke on the ash basicity index I_o of the batch and on the ash basicity index of the I_o batch were constructed, taking into account the ash content and yield of volatile substances of the batch. The use of the proposed equations will allow to optimize the composition of the production coal batch and achieve an increase in the quality of coke according to the post-reaction strength (CSR) indicator by 3-3.5%.


Keywords: coal batch, basicity index, ash, mineral substance, reactivity of coke (CRI), coke post-reaction strength (CSR).

Вплив хімічного складу мінеральної субстанції вугілля на термoxiмічні властивості доменного коксу

Катерина Шмельцер

к. т. н., доцент, Державний університет економіки і технологій, Кривий Ріг, Україна


e-mail: shmeltser@duet.edu.ua

 ORCID ID: 0000-0001-6830-8747

Марина Кормер

к. х. н. доцент, Державний університет економіки і технологій, Кривий Ріг, Україна

e-mail: kormer@duet.edu.ua

 ORCID ID: 0000-0002-6509-0794

Ірина Ляхова

к.т.н., доцент, Державний університет економіки і технологій, Кривий Ріг, Україна

e-mail: liakhova_ia@duet.edu.ua

 ORCID ID: 0000-0001-7589-8351

Анотація: Ефективність функцій коксу в доменному процесі в значній мірі залежить від його реакційної здатності. Реакційна здатність коксу впливає на перебіг доменної плавки, ступінь використання газу, питому витрату відновника. Доведено, що реакційна здатність коксу залежить не тільки від величини його зольності, а й від якісної її характеристики, тобто від сумарного вмісту оксидів різного характеру, які впливають на швидкість реакції вуглецю з вуглекислим газом. Наведено основні рівняння для обчислення індексу основності золи шихти, який використовують для кількісної оцінки впливу зольних компонентів на термохімічні властивості коксу. Встановлено, що розраховуючи індекс основності, можна надати обґрунтовану порівняльну оцінку та охарактеризувати технологічну цінність вугільних концентратів та шихт. Прогноз якості коксу на основі властивостей вугільних шихт має значення для перспективного планування забезпечення коксохімічних підприємств вугіллям і для оптимізації складу вугільних шихт. У статті проаналізовано математичні моделі прогнозу реакційної здатності (CRI) та післяреакційної міцності коксу (CSR), у тому числі з використанням генетичних особливостей вугілля, хімічного складу їх мінеральної субстанції. Запропоновано рівняння для розрахунку прогнозних показників CSR та CRI на основі індексу основності золи шихти для сировинних умов коксохімічного виробництва «АрселорМіттал Кривий Ріг». Отримані залежності показників CSR та CRI коксу від індексу основності золи шихти I_0 і від індексу основності золи шихти I_0 – з урахуванням зольності та виходу летючих речовин шихти. Використання запропонованих рівнянь дозволить оптимізувати склад виробничої вугільної шихти та досягти підвищення якості коксу за показником післяреакційної міцності на 3-3,5 %.

Ключові слова: вугільна шихта, індекс основності, зольність, мінеральна субстанція, реакційна здатність (CRI), міцність коксу після реакції (CSR).

Вступ (Introduction)

У доменній плавці кокс виконує функції комплексного енерготехнологічного матеріалу. У процесах його перетворень у фурм виділяється основна частина необхідної для процесів плавки теплоти і утворюється основна частина відновлювального газу, до якого в горизонтах вище додається додаткова частина газу від прямого відновлення. Крім зазначених енергетичних функцій кокс виконує функцію твердого насаду в зоні розм'якшення та плавлення залізовмісних матеріалів, що забезпечує протитечію шихти та газів у печі, а також функцію регулятора газорозподілу по площі поперечного перерізу агрегату. У зв'язку з цим до якості коксу і висуваються високі вимоги (Lyalyuk et al., 2022).

Ефективність всіх технологічних функцій коксу в доменному процесі значною мірою залежить від реакційної здатності коксу, яку більшість доменників розглядає як комплексний показник його якості, пов'язаний з хімічним складом та фізико-хімічними властивостями.

В Україні через технічні умови на доменний кокс показники реакційної здатності і післяреакційної міцності були введені, починаючи з 2005 р., згідно з міжнародним стандартом ISO 18894:2006, на основі якого в Україні з 1.01.2008 був введений в дію ДСТУ 4703:2006. Це дало можливість організувати систематичний контроль якості коксу і дослідження його

властивостей за показниками CRI/CRS на спеціальних установках по методу фірми Nippon Steel Corporation.

Реакційна здатність – це сумарний показник, що характеризує швидкість протікання процесу взаємодії коксу з газами. Іноді реакційну здатність по відношенню до кисню називають горючістю, а по відношенню до діоксиду вуглецю – відновлювальною здатністю. Реакційна здатність оцінюється швидкістю утворення окису вуглецю при взаємодії двоокису вуглецю з випробуваним коксом.

У досягненні необхідних значень якісних показників коксу вирішальну роль відіграє підбір оптимальних властивостей та складу вугільної шихти. Хоча універсальні моделі умов отримання якісного коксу відсутні, ряд досліджень показує важливе значення певного рівня показників вугільної шихти за мацеральним складом, спіклівістю, складом мінеральної частини, ступенем метаморфізму, вмістом летких речовин, сірки та ін. для формування якості коксу (Diez et al., 2002).

Мінеральні компоненти шихти у процесі коксування по-різному впливають на якість коксу. Негативний вплив на характеристики міцності коксу надають компоненти підвищеної щільності SiO_2 і Al_2O_3 , які є центрами утворення тріщин в коксі. У доменному процесі ці компоненти є баластними, оскільки потрапляючи з дрібними фракціями коксу в шлак, вони знижують рухливість і порушують розподіл газових потоків. Тому всі компоненти золи можна умовно розділити на дві групи: оксиди, що є баластними (SiO_2 , Al_2O_3), і корисні в доменному процесі (Fe_2O_3 , CaO , MgO) (Kouichi Miura et al., 1989).

Кокс з найбільш зольної шихти має більш високу реакційну здатність і меншу термомеханічну міцність. Обумовлено це каталітичним впливом на процеси газифікації оксидів деяких металів (натрію, калію, кальцію, магнію) і сульфатів, що містяться в золі. Але мінеральна частина вугілля і коксу може містити і оксиди елементів, що пригнічують реакції газифікації (наприклад, алюмінію, кремнію, титану). При підвищеному їх вмісті в мінеральній частини при рівних умовах реакційна здатність коксу може знижуватися, а термомеханічна міцність - зростати. Таким чином, на ці показники істотно впливає не тільки зольність коксу, а й хімічний склад його золи (Nag Debjani et al., 2009).

Вплив мінеральних включень на реакційну здатність коксу стосовно CO_2 пов'язаний з тим, що мінеральні домішки безпосередньо беруть участь як у процесі утворення та впливають на зміни властивостей пластичної маси вугілля (формують фізико-хімічні властивості коксу і, зокрема, на його реакційну здатність), так і в реакціях окислення вуглецю коксу реагуючими газами (Miroshnichenko, 2009).

Отже, реакційна здатність коксу залежить не тільки від величини його зольності, а й від якісної її характеристики, а точніше від сумарного вмісту оксидів різного характеру, які впливають на швидкість реакції вуглецю з вуглекислим газом. Таким чином, зі зростанням кількості активуючих оксидів у золі коксу ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$, $\text{CaO}+\text{MgO}$, Fe_2O_3) та зменшенням оксидів, що гальмують реакцію $\text{C}+\text{CO}_2=2\text{CO}$ (SiO_2 , Al_2O_3 , P_2O_5 та TiO_2), реакційна здатність підвищується (Xing et al., 2019; Miroshnichenko, 2009).

Для кількісної оцінки впливу зольних компонентів використовується індекс основності золи (шихти) або коксу, який є відношенням суми вмісту лужних оксидів до суми вмісту оксидів кислотного характеру. Для задовільного прогнозування CRI (CSR) коксу необхідно використовувати один з комплексних показників, який характеризує хімічний склад золи (Ulanovsky, 2007):

$$I_o = \frac{100A^d(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})}{(100 - V^{\text{daf}})(\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3)}, \quad (1)$$

$$I_o = \frac{\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3}, \quad (2)$$

У роботі (Xing et al., 2019) проаналізовано математичні моделі прогнозу термoxiмічних властивостей коксу з урахуванням характеристики мінеральної сировини. Наводяться дані про те, що вплив оксидів металів на CSR коксу різний і його ступінь можна охарактеризувати, розташувавши компоненти таким чином: $MgO > Fe_2O_3 > CaO > K_2O > Na_2O$. Аналогічні висновки зроблено авторами статті (Reid et al., 2014), в якій вони наводять варіант індексу основності, що враховує ступінь впливу оксидів:

$$MMCI = \frac{100A^d(Fe_2O_3 + 1.03CaO + 0.43MgO + 2.85Na_2O + 2.34BaO + 1.9K_2O)}{SiO_2 + 0.74Al_2O_3}, \quad (3)$$

Прогноз якості коксу на основі властивостей і складу вугільних шихт має значення для перспективного планування забезпечення коксохімічних підприємств вугіллям для коксування і для коректування вугільних шихт в процесі виробництва. Існують два головні методи для рішення цієї задачі: вибір обмеженого числа параметрів коксівності вугілля, обумовлений певними уявленнями про їх вплив на властивості коксу; використання широкого набору показників властивостей вугілля і шихт.

І в першому і в другому випадках властивості вугільних шихт зіставляються з якістю коксу за допомогою математично-статистичного аналізу.

У різні роки багатьма веними були проведені дослідження та отримано математичні залежності для прогнозування якісних характеристик доменного коксу при змінному марочному складі вугільних шихт для технологічних умов конкретних коксохімічних виробництв та багатобасейнових сировинних баз. Для оптимізації складу шихт та прогнозування якості коксу розроблені різні моделі. Група моделей першого покоління фокусується на прогнозуванні показників холодної механічної міцності (тобто стабільності ASTM та індексів, отриманих при обробці коксу в барабані MICUM). Пізніші моделі другого покоління використовують як параметри якості коксу CRI і CSR. Не розроблено універсальних моделей прогнозування якості коксу, що пов'язано зі специфічними особливостями вугілля з різних вугільних басейнів, країн, континентів, які можуть різко розрізнятися за складом, будовою та властивостями.

Аналіз математичних моделей прогнозування якості коксу з урахуванням властивостей вугілля, розроблених сталеливарними компаніями та дослідницькими інститутами, показав, що більшість математичних моделей враховує коефіцієнт відбиття вітриніту та вміст інертних (фюзенизованих) компонентів, максимальну плинність та основність золи вугільної сировини (Xing et al., 2019; De Córdoba et al., 2016.).

Слід відзначити, що моделі змінювалися з часом, оскільки зазнавали змін і ринок вугілля, і методи видобутку, а також удосконалювалися технології підготовки ТГК та виробництва коксу відповідно до вимог доменної плавки. Складність також полягає в тому, що поширення набули різні методи оцінки властивостей коксу, в основі яких лежить моделювання механічного впливу, що діє на кокс у доменній печі (випробування MICUM в Україні та країнах СНД, IRSID у Європі, DI 150/30 в Японії).

Результати численних випробувань показують, що формування структури коксу, міцність якої оцінюється термoxiмікомеханічним випробуванням і виражається показником CSR, основний вплив мають: генетичні особливості вугілля, виражені петрографічними показниками і показниками пластичних властивостей органічної маси вугілля; хімічний склад мінеральної частини, насамперед наявність сполук заліза та сірки; насипна щільність вугільного завантаження; технологічні параметри коксування (час коксування та швидкість підйому температури); технологія гасіння коксу.

Аналіз літературних джерел показав (Ulanovsky, 2004; Gupta et al., 2008; Kaftan et al., 2007; Miroschnychenko et al., 2009), що багато дослідників вважають, що мінеральні складові вугілля грають важливу роль при формуванні якості коксу за показниками CRI і CSR. Отже, потужним чинником впливу на показники CSR та CRI є рівень зольності шихти і коксу.

Досвід роботи коксохімічних підприємств України свідчить, що для отримання необхідного рівня показників гарячої міцності необхідне також малосірчисте (до 1%) вугілля, що забезпечує індекс основності золи шихти $I_o \leq 2,5$ од. або $I_o \leq 0,2$. Використання вугілля зі сприятливою (низькою) основністю дозволяє значно в цілому підвищити показник гарячої міцності коксу.

Авторами роботи (Miroshnychenko et al., 2009) з урахуванням даних щодо властивостей шихти та коксу України були розраховані прогнозні CSR в залежності від величини індексу основності шихти. Так, узагальнюючи результати досліджень було зроблено висновок, що збільшення індексу основності I_o на 0,1 од. обумовлює зменшення показника CSR на 9,5 %. Показник CRI при цьому збільшується на 7,5 %.

У роботі (North et al., 2018) виконано огляд факторів, що впливають на реакційну здатність коксу, наведені математичні моделі, що дозволяють прогнозувати показники реакційної здатності і післяреакційної міцності коксу для конкретних сировинних баз і умов отримання доменного коксу. Численні моделі прогнозу реакційної здатності коксу відображають переважний вплив того чи іншого фактора в конкретних умовах виконання досліджень.

В Україні для оптимізації складу шихт та прогнозування термохімічних властивостей коксу використовують рівняння (Ulanovsky, 2007):

$$CSR = 77,14 - 11,92 \cdot I_o + 0,57 \cdot I_{o^2}, (4)$$

$$CRI = 13,4 + 9,35 \cdot I_o - 0,45 \cdot I_o^2, (5)$$

Враховуючи суттєвий вплив сірки на реакційну здатність коксу, в ДП «УХІН» (Ulanovsky, 2007; Kaftan, 2007; Miroshnychenko, 2009) розроблена методика, за якою CRI коксу з вугілля з підвищеним вмістом піриту розраховують за рівнянням:

$$CRI = 14,2 + 12,4 \cdot S_t^d + 0,376 \cdot V^{daf}, (6)$$

де $S_t^d > 1$ % – масова частка загальної сірки на суху масу; V^{daf} – вихід летких речовин на суху беззолну масу, %.

Область використання вищевказаної моделі обмежена лише вугіллям з високим вмістом піриту.

Для вугілля з вмістом сірки $S_t^d < 1$ % реакційну здатність коксу CRI обчислюють за рівнянням (Ulanovsky, 2007; Kaftan, 2007; Miroshnychenko, 2009):

$$CRI = 13,4 + 9,35 \cdot I_o - 0,45 \cdot I_o^2 (7)$$

У роботі (Ulanovsky, 2004) наводяться рівняння для визначення CSR та CRI, розроблені для компанії Dofasco (Канада), з використанням індексу основності без урахування зольності шихти та виходу летких речовин:

$$CSR = 83,217 - 167,8 \cdot I_o + 147,81 \cdot I_o^2 (8)$$

$$CRI = 3,5 + 160,42 \cdot I_o - 141,32 \cdot I_o^2 (9)$$

Співробітниками ДП «УХІН» (Miroshnychenko, 2009) розроблена методика, за якою CRI коксу з вугілля з підвищеним вмістом піриту розраховують за рівнянням:

$$CRI = 14,2 + 12,4 \cdot S_t^d + 0,376 \cdot V^{daf}, (10)$$

де $S_t^d > 1\%$ – масова доля загальної сірки; V^{daf} – вихід летючих речовин на суху беззолну масу, %.

Використання цієї моделі дуже привабливе, оскільки параметри S_t^d і V^{daf} , які використані для прогнозування, визначають в кожну зміну при технічному аналізі вугільної шихти, проте область використання цієї моделі обмежена тільки вугіллям з високим вмістом піриту.

Для вугілля з $S_t^d < 1\%$ CRI коксу знаходять з рівняння:

$$CRI = 13,4 + 9,35 \cdot I_o - 0,45 \cdot I_o^2, \quad (11)$$

де I_o - індекс основності золи вугілля (шихти).

Причому I_o розраховують за рівнянням (1), допускаючи, що під час коксування шихти не змінюється співвідношення в золі основних і кислих оксидів, а її зольність збільшується завдяки тільки видалення утворених летючих речовин і не залежить від складу мінеральних компонентів.

Показник CSR розраховують за узагальненим рівнянням:

$$CSR = 94,23 - 1,275 \cdot CRI, \quad (12)$$

або

$$CSR = 77,14 - 11,92 \cdot I_o + 0,57 \cdot I_o^2, \quad (13)$$

Враховуючи аналітичний аналіз існуючих моделей для прогнозування термодімічних властивостей коксу, актуальним є розробка нових моделей прогнозування показників CSR та CRI з прогнозуючим параметром – основністю шихти – для умов коксохімічного виробництва ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг».

Матеріали та методи (Materials and Methods)

Дослідження проводили в умовах коксохімічного виробництва «Арселор Міттал Кривий Ріг». Вихідні дані про варіантний склад дослідних вугільних шихт, якість вугільних концентратів та хімічний склад золи наведені у таблицях 1-3.

Таблиця 1. Варіанти дослідних вугільних шихт

Варіант шихти	Доля участі в шихті (%) вугілля марки								
	Київська Ж	Північна К	Східна К+КЖ	Свято-Варвар'їнська К	Печерська 2Ж	IV Integrity	Shoal Creek Esperance	Toms Run	Jas Mos
1	5	14	32	18	7	10	14	0	0
2	5	14	32	18	7	10	14	0	0
3	5	8	30	23	8	8	6	12	0
4	5	8	28	20	8	8	6	12	5
5	5	5	25	16	5	6	15	12	11
6	5	7	32	10	6	0	22	5	6
7	5	7	32	10	6	0	22	5	6
8	5	7	32	10	6	0	22	5	6

9	5	7	32	10	6	0	22	5	6
10	5	7	32	10	0	0	24	7	6
11	5	7	23	11	0	0	30	5	7
12	6	7	21	14	11	0	15	10	8
13	4	9	15	14	20	0	8	14	10
14	4	9	15	14	20	0	8	14	10
15	10	9	15	12	20	0	8	16	10
16	10	9	15	12	18	0	8	16	10
17	7	10	15	8	13	0	18	18	11
18	7	10	15	8	13	0	18	18	11
19	0	10	15	8	18	0	18	20	11

Таблиця 2. Якість вугільних концентратів

Марка вугілля	$W_t^r, \%$	$A^d, \%$	$S_t^d, \%$	$V^{daf}, \%$	$R_o, \%$	$y, \text{мм}$
Печерська 2Ж	8,0	8,8	0,65	32,5	0,97	21
Північна К	10,9	9,6	0,54	22,8	1,23	17
Київська Ж	11,3	8,6	1,88	31,2	1,12	27
Східна К+КЖ	10,5	11,2	0,83	26,8	1,15	17
Свято-Варваринська К	8,0	8,2	0,72	28,3	1,21	15
HV Integrity	6,7	7,1	0,89	34,9	0,94	23
Shoal Creek Esperance	8,4	10,0	0,80	30,6	1,09	24
Toms Run	9,2	9,3	1,3	28,6	1,14	27
Jas Mos (Poland)	8,7	6,3	0,38	20,4	1,46	15

Таблиця 3. Хімічний склад золи вугільних концентратів

Оксид	Вміст оксидів в золі вугілля, %									
	Київська Ж	Північна К	Східна К+КЖ	Свято-Варваринська К	Печерська 2Ж	HV Integrity	Shoal Creek Esperance	Toms Run	Jas Mos	
SiO ₂	42,4	57,7	54,0	51,1	58,6	50,4	52,9	50,1	42,5	
Al ₂ O ₃	21,1	15,92	33,5	37,2	28,2	32,6	35,0	31,3	33,2	
Fe ₂ O ₃	24,3	9,06	5,51	5,6	7,09	7,96	5,80	10,27	10,22	
MgO	0,85	1,94	1,13	1,18	1,47	1,47	0,89	0,69	1,71	
CaO	1,1	3,6	1,4	0,01	1,5	2,2	0,78	2,1	3,7	
Na ₂ O	1,64	0,91	0,91	1,25	0,98	0,62	0,63	0,37	1,23	
K ₂ O	2,37	2,33	1,79	3,44	1,51	2,77	2,60	2,41	1,8	
MnO	0,099	0,028	0,023	0,063	0,022	0,103	0,016	0,02	0,17	
SO ₃	0,57	1,4	0,44	0,2	0,45	0,6	0,21	0,66	1,1	
P ₂ O ₃	0,16	0,13	0,38	0,15	0,326	0,22	0,61	0,40	0,25	
TiO ₂	1,12	-	1,56	1,28	1,57	1,56	1,57	1,42	1,35	
ZnO	0,011	0,043	0,045	0,054	0,016	0,025	0,017	0,04	0,019	

Показники якості вугільної шихти, а також індекси основності, розраховані за формулами (1) та (2) для кожної марки вугілля і як покомпонентний адитивний показник для варіантів вугільних шихт, представлені в табл. 4.

Таблиця 4. Якість вугільної шихти

Варіант шихти	$W_t^d, \%$	$A^d, \%$	$S_t^d, \%$	$V^{daf}, \%$	$R_o, \%$	y, мм	I_o	I_o
1	9,3	9,6	0,81	28,5	1,13	19,0	2,135	0,159
2	9,3	9,6	0,81	28,5	1,13	19,0	2,135	0,159
3	9,2	9,4	0,87	28,6	1,13	19,5	2,120	0,161
4	9,2	9,3	0,85	28,2	1,15	19,4	2,150	0,166
5	9,1	9,2	0,84	27,9	1,16	19,8	2,167	0,168
6	9,3	9,6	0,83	27,9	1,15	19,8	2,157	0,162
7	9,3	9,6	0,83	27,9	1,15	19,8	2,157	0,162
8	9,3	9,6	0,83	27,9	1,15	19,8	2,157	0,162
9	9,3	9,6	0,83	27,9	1,15	19,8	2,157	0,162
10	9,4	9,7	0,86	27,7	1,16	20,0	2,200	0,164
11	9,1	9,4	0,85	27,9	1,16	20,3	2,164	0,166
12	9,1	9,2	0,84	28,0	1,16	20,1	2,211	0,173
13	9,0	9,0	0,80	28,0	1,15	20,0	2,188	0,175
14	9,0	9,0	0,80	28,0	1,15	20,0	2,188	0,175
15	9,3	9,1	0,87	28,2	1,15	20,5	2,383	0,188
16	9,3	9,1	0,88	28,1	1,15	20,5	2,405	0,190
17	9,3	9,2	0,86	27,9	1,16	20,9	2,310	0,181
18	9,3	9,2	0,86	27,9	1,16	20,9	2,310	0,181
19	9,1	9,2	0,78	27,9	1,15	20,6	2,093	0,164

Для оцінки складу та властивостей вугілля (шихти) використовували наступні стандартизовані методи:

– ДСТУ 4096-2002 “Вугілля буре, кам’яне, антрацит, горючі сланці та вугільні брикети. Методи відбору та підготовки проб до лабораторних випробувань”;

– ДСТУ 3528-97 (ІСО 334-92) “Паливо тверде мінеральне. Визначення загальної сірки. Метод Єшка”;

– ДСТУ 7722:2015 “Вугілля кам’яне. Метод визначення пластометричних показників”;

– ISO 1171-97 “Solid mineral fuels. Methods for determination of ash”;

– ISO 589-81 “Hard coal - Determination of total moisture”;

– ISO 7404-3-84 “Methods for the petrographic analysis of bituminous coal and anthracite - Part 3: Method of determining maceral group composition”;

– ISO 7404-5-85 “Methods for the petrographic analysis of coals - Part 5: Method of determining microscopically the reflectance of vitrinite”;

– ДСТУ 9045:2020 “Паливо тверде. Методи визначення хімічного складу золи”.

Результати ящикового коксування використовували для визначення виходу коксу з вугільних концентратів та оцінки його якісних показників. Для проведення ящикового коксування партії вугілля масою 5-6 кг, відібрані згідно з ДСТУ 4096–2002, завантажували в металеві ящики розмірами 200×200×300 мм. Необхідну насипну щільність вугільних партій досягали триразовим струшуванням ящиків об тверду поверхню. Ящики з вугільною шихтою накривали зверху паперовою підкладкою, а потім кришками, які зверху закріплювали стрижнями. Період коксування склав 22,00 години, фактична температура в контрольних вертикалах: з машинної сторони – 1167 °С, а з коксової сторони – 1174 °С. Після коксування супутники були погашені, розкриті. Кокс був висипаний на дека та висушений в сушильні шафі до постійної ваги.

Визначення реакційної здатності та післяреакційної міцності здійснювали за стандартизованою методикою ДСТУ 4703:2006 “Кокс. Метод визначення індексу реакційної здатності коксу (CRI) і міцності залишку коксу після реакції (CSR) (ІСО 18894:2006, МОД)”.

Результати (Results)

Для 19 варіантів вугільної шихти проводилися дослідно-промислові ящичні коксування з наступним визначенням показників реакційної здатності та післяреакційної міцності за методом фірми Nippon Steel Corporation. Результати дослідних ящичкових коксувань вугільної шихти наведено у таблиці 5.

Таблиця 5. Результати ящичних коксувань,%

Варіант шихти	$W_t^r, \%$	$A^d, \%$	$S_t^d, \%$	$V^{daf}, \%$	CSR,%	CRI, %
1	4,8	12,4	0,68	0,5	51,0	35,0
2	3,6	12,3	0,71	0,6	51,7	33,8
3	4,3	12,4	0,72	0,6	51,9	32,6
4	4,2	12,2	0,75	0,5	50,1	35,1
5	3,8	12,0	0,74	0,5	52,5	33,2
6	4,4	12,1	0,72	0,5	50,4	36,6
7	4,4	12,0	0,72	0,6	52,5	34,5
8	4,0	11,9	0,69	0,6	53,8	32,1
9	4,3	12,0	0,69	0,6	52,4	32,5
10	3,6	12,0	0,70	0,6	50,7	32,8
11	4,0	11,8	0,74	0,5	52,8	32,0
12	4,0	11,8	0,74	0,6	52,1	34,1
13	3,4	11,8	0,73	0,5	53,5	32,3
14	3,4	11,9	0,72	0,6	53,6	32,6
15	3,7	11,6	0,76	0,5	52,6	35,8
16	4,1	11,6	0,77	0,5	52,7	33,9
17	3,7	11,5	0,75	0,5	50,8	31,9
18	4,8	11,8	0,72	0,6	53,2	33,9
19	3,9	11,7	0,5	0,71	53,3	31,9

Необхідно відзначити, що на коксохімічному виробництві ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» в якості прогнозних показників використовують розрахункові показники CSR та CRI коксу, як адитивні величини показників CSR і CRI коксових залишків ящичкових коксування різних марок вугілля, що входять до складу шихти, що визначаються NSC-методом. Для 19 варіантів досліджуваних шихт такі показники наведені як прогнозовані в таблиці 6.

Таблиця 6. Розрахункові дані показників CSR і CRI

Варіант шихти	Показники якості, %					
	Прогнозні (адитивні величини)		Розрахункові за моделями (7), (8)		Розрахункові за моделями (11), (13)	
	CSR	CRI	CSR	CRI	CSR	CRI
1	49,96	34,68	60,28	25,43	54,26	31,31
2	49,96	34,68	60,28	25,43	54,29	31,31
3	49,50	33,63	59,86	25,83	54,30	31,20
4	47,52	34,33	59,43	26,43	54,15	31,42
5	47,95	33,61	59,20	26,46	53,99	31,55
6	49,21	34,32	59,69	25,99	54,08	31,47
7	49,21	34,32	59,69	25,99	54,08	31,47
8	49,21	34,32	59,69	25,99	54,08	31,47

9	49,21	34,32	59,69	25,99	54,08	31,47
10	49,21	34,32	59,67	26,01	53,67	31,79
11	48,72	34,19	59,43	26,24	54,01	31,53
12	48,84	34,17	58,62	27,02	53,57	31,87
13	47,59	34,79	58,38	27,25	53,79	31,70
14	47,35	35,04	58,38	27,25	53,79	31,70
15	47,35	35,04	56,90	28,66	51,97	33,13
16	46,13	35,71	56,67	28,88	51,77	33,28
17	47,18	34,78	57,69	27,91	52,65	32,60
18	47,18	34,78	57,69	27,91	52,65	32,60
19	48,46	33,91	59,67	26,01	54,69	31,00

У даній роботі виконані розрахунки показників реакційної здатності CRI і післяреакційної міцності коксу CSR за математичними моделями (8) і (9), де в якості визначальних параметрів використовується індекс основності без урахування зольності і виходу летких речовин шихти (2) і рівняння з індексом основності шихти, що визначається за формулою (1), тобто математичні моделі (11) та (13). Дані розрахунку зведено до таблиці 6.

На основі отриманих даних побудовані залежності показників реакційної здатності та післяреакційної міцності коксу (розраховані за відомими моделями, прогнозовані показники як адитивні покомпонентні величини і досвідчені, отримані в результаті ящикного коксування) від індексу основності золи I_0 шихти (рис.1, рис.2), і від індексу основності золи шихти I_0 – з урахуванням зольності та виходу летючих речовин шихти (рис. 3, рис.4).

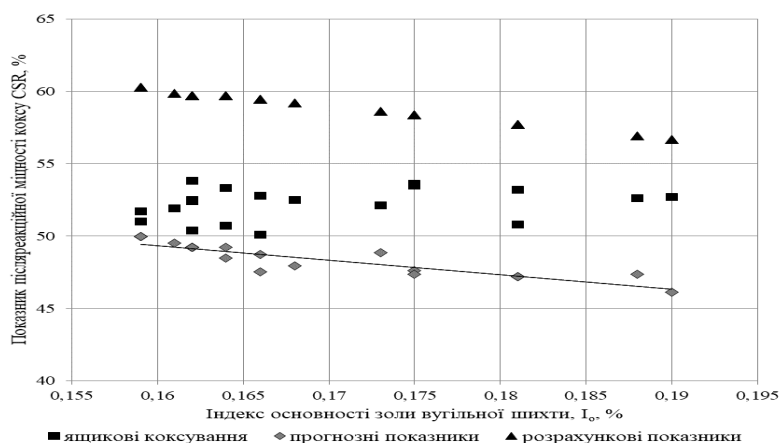


Рисунок 1. Залежність показника CSR від індексу основності золи I_0 шихти

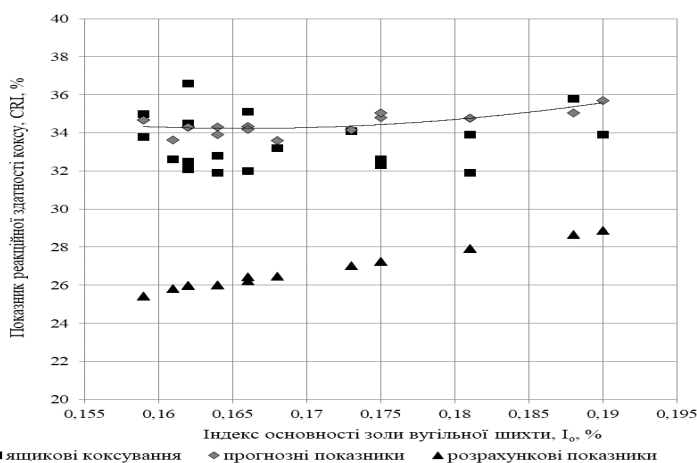


Рисунок 2. Залежність показника CRI від індексу основності золи I_0 шихти

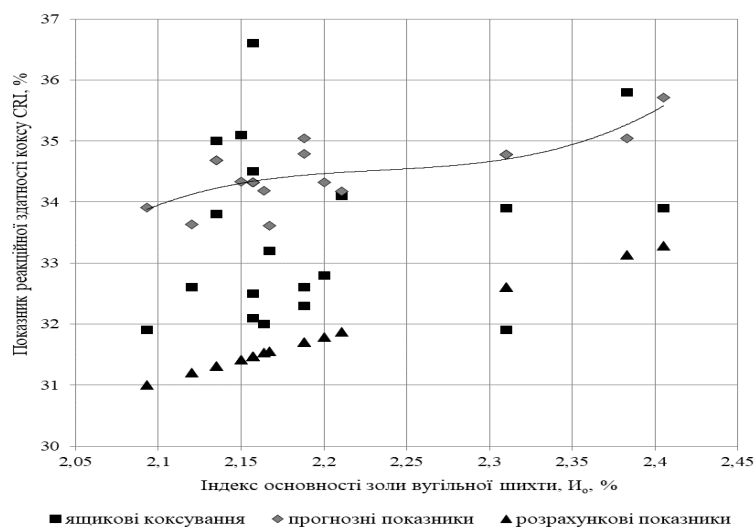


Рисунок 3. Залежність показника CRI від індексу основності золи I_0 шихти

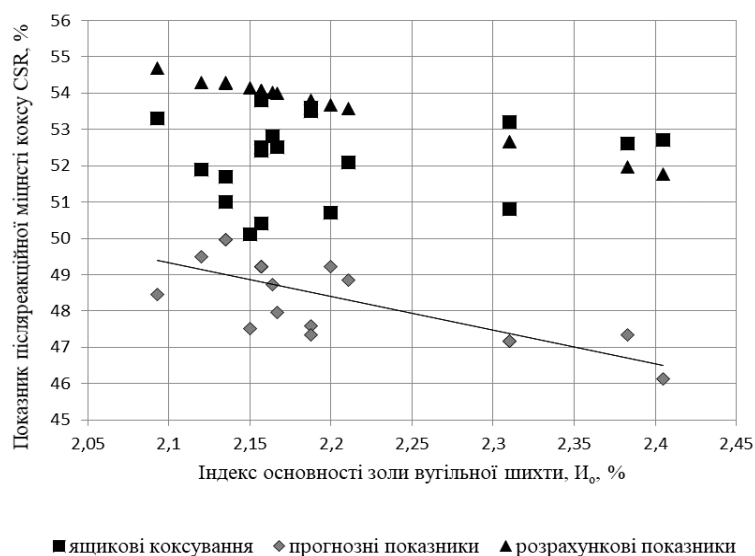


Рисунок 4. Залежність показника CSR від індексу основності золи I_0 шихти

Аналіз наведених залежностей показав:

- величини показників CSR і CRI, розраховані за моделями (14) і (15) з використанням індексу основності золи шихти (I_0) без урахування зольності та виходу летючих речовин шихти, значно (близько 10 %) відрізняються від прогнозних та дослідних показників;
- величини показників CSR та CRI, розраховані за моделями (11) та (13) з використанням індексу основності золи шихти (I_0) з урахуванням зольності та виходу легких речовин шихти, близькі до дослідних показників;
- кореляція між отриманими показниками CSR та CRI коксу ящиківих коксувань та індексами основності золи шихти відсутня;
- прогнозні показники CSR та CRI близькі до показників, отриманих при ящиківих коксуваннях;
- залежності прогнозних показників CSR і CRI від індексу основності золи шихти без урахування зольності і виходу легких речовин шихти добре апроксимуються наступними рівняннями регресії:

$$CSR = -100,4 \cdot I_0 + 65,42; R^2 = 0,80; (14)$$

$$CRI = 2275 \cdot I_0^2 - 753,7 \cdot I_0 + 96,66; R^2 = 0,6; (15)$$

– залежності прогнозних показників CSR і CRI від індексу основності золи шихти з урахуванням зольності і виходу летких речовин шихти апроксимуються рівняннями регресії з більш низькими значеннями індексів апроксимації:

$$\text{CSR} = -9,285 \cdot I_0 + 68,82, R^2 = 0,55; (16)$$

$$\text{CRI} = 158,8 \cdot I_0^3 - 1064 \cdot I_0^2 + 2377 \cdot I_0 - 1737, R^2 = 0,58. (17)$$

З вище наведеного випливає, що прогнозувати показників CSR і CRI в умовах коксохімічного виробництва ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» доцільно з використанням моделей (14) і (15), отриманих на основі кореляційно-регресійного аналізу залежностей адитивних покомпонентно величин CSR і CRI вугільних шихт від індексу основності золи без урахування зольності і виходу летючих шихти. При цьому виключаються численні експерименти по визначенню CSR і CRI коксових залишків кожної марки вугілля, отриманих ящичним коксуванням, NSC-методом і спрощуються розрахунки. Для підвищення достовірності розрахункових показників необхідно коригувати дані моделі, періодично поповнюючи базу даних по хімічному складу використовуваних вугільних концентратів і компонентних величин CSR і CRI, що визначаються NSC-методом.

Висновки (Conclusions)

Отже, враховуючи індекс основності, можна надати обґрунтовану порівняльну оцінку та охарактеризувати технологічну цінність вугільних концентратів та шихт, а також оперативно корегувати склади виробничих шихт. А використання запропонованих рівнянь, у свою чергу, дозволяє оптимізувати склад виробничої вугільної шихти та досягти підвищення якості коксу за показником післяреакційної міцності (CSR) на 3-3,5 %. Індекс основності золи I_0 повинен бути на рівні 0,20-0,22.

На основі отриманих даних побудовані залежності показників CSR та CRI коксу від індексу основності золи I_0 шихти і від індексу основності золи шихти I_0 – з урахуванням зольності та виходу летючих речовин шихти.

Рекомендовано прогнозувати показники CSR і CRI в умовах коксохімічного виробництва ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» з використанням розроблених моделей, отриманих на основі кореляційно-регресійного аналізу залежностей адитивних покомпонентних величин CSR і CRI вугільних шихт від індексу основності золи без урахування зольності і виходу летючих шихти. Для підвищення достовірності розрахункових показників необхідно коригувати дані моделі, періодично поповнюючи базу даних по хімічному складу використовуваних вугільних концентратів і компонентних величин CSR і CRI, що визначаються NSC-методом.

Конфлікт інтересів (Conflicts of interest)

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Фінансування (Funding)

Це дослідження не отримало зовнішнього фінансування.

Внесок авторів (Authors contribution)

Концептуалізація, Ш. К.; методика, К.М.; програмне забезпечення, Ш.К.; перевірка, Л.І. та К.М.; формальний аналіз, Л.І.; ресурси, Ш.К.; аналітичні дані, Л.І.; візуалізація, К.М.;

нагляд, Ш.К.; адміністрація проєкту, Ш.К. Усі автори прочитали та погодилися з опублікованою версією рукопису.

Література (References)

- De Córdova, M., Madias, J., Barreiro, J. (2016). Review of modeling of coal blends for prediction of coke. *Contruicao tecnica ao 46 Seminario de Reducao de Minerio de Ferro e Materias-primas*, Rio de Janeiro, Brasil.
https://www.academia.edu/31035308/Review_of_modeling_of_coal_blends_for_prediction_of_coke_quality
- Diez, M.A., Alvarez, R., Barriocanal, C. (2002). Coal for metallurgical coke production: predictions of coke quality and future requirements for cokemaking. *Int J Coal Geol*, 50(1–4), 389–412.
[https://doi.org/10.1016/S0166-5162\(02\)00123-4](https://doi.org/10.1016/S0166-5162(02)00123-4)
- Gupta, S. et al. (2008). Minerals and iron-making reactions in blast furnaces. *Progress in Energy and Combustion Science*, 34, 155–197. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2007.04.001>
- ISO 1171-97 “Solid mineral fuels. Methods for determination of ash”;
http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=71354
- ISO 589-81 “Hard coal - Determination of total moisture”;
http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=77963
- ISO 7404-3-84 “Methods for the petrographic analysis of bituminous coal and anthracite - Part 3: Method of determining maceral group composition”;
http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=9513
- ISO 7404-5-85 “Methods for the petrographic analysis of coals - Part 5: Method of determining microscopically the reflectance of vitrinite”; http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=71367
- Kaftan, Yu.S, Droznyk, I.D., Miroshnychenko, D.V. et al. (2007). The relationship between the organic and mineral parts of the coal batch and the "cold" and "hot" coke density. *Journal of Coal Chemistry*, 3–4, 3–13. <https://www.ukhin.org.ua/vuhlekhimichnyi-zhurnal/arkhiv-nomeriv.html>
- Kouichi Miura, Kenji Hashimoto, Peter L. Silveston. (1989). Factors affecting the reactivity of coal chars during gasification, and indices representing reactivity. *Fuel*, 68(11), 1461-1475.
[https://doi.org/10.1016/0016-2361\(89\)90046-X](https://doi.org/10.1016/0016-2361(89)90046-X)
- Lyalyuk, V.P, Shmeltser, E.O., Kassim, D.A. (2022). Improving the technology production of coke for blast furnace smelting. Octan Print, Praga, 197. <https://doi.org/10.46489/ITTPOC-229>
- Miroshnichenko, D.V. (2009). Preliminary estimation of coke’s CRI and CSR values on the basis of the physical properties of coal ash. *Coke Chem*; 51(11), 447–50.
<https://doi.org/10.3103/S1068364X08110057>
- Miroshnychenko, D.V., Martynova, A.Yu., Golovko, M.B. (2009). On the relationship between the CRI and CSR indicators of coke and the value of the actual density of the ash of the batch. *Journal of Coal Chemistry*, 5–6, 30–35. <https://www.ukhin.org.ua/vuhlekhimichnyi-zhurnal/arkhiv-nomeriv.html>
- Nag Debjani, Haldar S.K., Choudhary P.K. and Banerjee P.K. (2009) 'Prediction of Coke CSR from Ash Chemistry of Coal Blend', *International Journal of Coal Preparation and Utilization*, 29(5), 243 – 250. <https://doi.org/10.1080/19392690903218117>
- North, L., Blackmore, K., Nesbitt, K., Mahoney, M.R. (2018). Models of coke quality prediction and the relationships to input variables: A review. *Fuel*, 219, 446–466.
<https://doi.org/10.1016/j.fuel.2018.01.062>
- Reid, M.H., Mahoney, M.R., Monaghan, B.J. (2014). A coke analogue for the study of the effects of minerals on coke reactivity. *ISIJ International*, 54(3), 628–633.
<https://doi.org/10.2355/isijinternational.54.628>
- State standard of Ukraine 3528-97 (ICO 334-92) “Паливо тверде мінеральне. Визначення загальної сірки. Метод Єшка”. http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=78878

- State standard of Ukraine 4096–2002 “Brown coal, hard coal, anthracite, combustible shale and coal briquettes. Methods of sample selection and preparation for laboratory tests. http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=73491
- State standard of Ukraine 4703:2006 “Coke. Method for determining coke reactivity index (CRI) and strength of coke residues after reaction (CSR) (ICO 18894:2006, МОД)”. http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=99698
- State standard of Ukraine 7722:2015 “Hard coal. Method of Determining Plastometric Characteristics”. http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=62179
- State standard of Ukraine 9045:2020 “Solid fuel methods for determination of chemical composition of ash”. http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=90543
- Ulanovsky, M.L., Miroshnychenko, D.V. (2007). Influence of the mineral components of coal on coke quality (CRI and CRS). *Coke Chem*; 50(4), 94-98. <https://doi.org/10.3103/S1068364X07040035>
- Xing, X., Rogers, H., Zulli, P., Hockings, K., Ostrovski, O. (2019). Effect of coal properties on the strength of coke under simulated blast furnace conditions. *Fuel*, 237, 775–785. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2018.10.069>



Vol. 1 No. 2 (2023)

Available since: 2023

Published: 2 times a year

Founders: State University of Economics and Technology

ISSN: 3041-1246

E-mail: ete@duet.edu.ua Journal homepage: <https://ete.org.ua>

JEL: C01, C15, C2

DOI: 10.62911/ete.2023.01.02.11

Application of ultrasound detection for dangerous starks and deliveries in the roof and walls of underground mining works


Citation:

Shupov, V., Zhukov, M., Pyrozhenko, A., Tsvitnov, V. & Shaida, R. (2023). Application of ultrasound detection for dangerous starks and deliveries in the roof and walls of underground mining works. *Scientific and practical journal "Economics and technical engineering"*, 1(2), 143–152. <https://doi.org/10.62911/ete.2023.01.02.11>

Vitalii Shupov

Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: shupov@gmail.com

 ORCID iD: 0000-0003-4197-7603

Mykola Zhukov

Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: krogzhuns@gmail.com

 ORCID iD: 0000-0003-4308-0218

Andrii Pyrozhenko

Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: a.v.pirozhenko@gmail.com

 ORCID iD: 0000-0001-8148-4956

Vitalii Tsvitnov

Assistant, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: tsvetnov8@gmail.com

 ORCID iD: 0000-0002-6870-3090

Ruslan Shaida

Assistant, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: aumpekmi.nmetau@gmail.com

 ORCID iD: 0000-0002-7942-9592

Received: 10/09/2023

Accepted: 15/11/2023

Abstract: It has been shown that there is a high incidence of injuries to mountain workers due to falling pieces of rock in underground mining pits. From the published materials it is clear that in deep ore mines, on average, 40% of all injuries on mining robots are mainly caused by falls from invisible pins and scrapes in the walls and walls of mining machines. Increasing productivity works under the influence of a stronger environment. The main way to identify potential stains is by tapping the surface of the oil mass, as the frill is called, which is associated with a forceful infusion onto the mass and is potentially unsafe. The design is based on a device for non-force acoustic ultrasonic scanning of the roofing and walls of the roofing wall with the method of detecting the presence of pins and shading. Active control of the massif is based on the specific nature of the division of mechanical-acoustic springs in the Georgian breed. An analysis of the reaction of the Girsky breed to an exciting acoustic pulse in the ultrasonic spectrum was carried out. It was revealed that the reaction of the breed lies at the stage of mechanical connection of the controlled plot with the entire Girsky massif, therefore, by the magnitude of the amplitude and extinction of the acoustic sound, one can judge the stage of autonomy of the plot and possibly there is a deboning. The detection of cracks, which causes increased reverberation of the signal due to vibrations between the sections in the cracks, which leads to increased amplitude and frequency of strong resonant vibrations. The device was disassembled, prepared and tested until the last moment and fitted with the sensor to accommodate two independent sensors, one of which works on vibration, and the other on reception. To ensure high sensitivity, frequency and small dimensions, a resonant converter based on the active element of the PZT material was used - 23 with barium titanate with added lead and zirconium titanate. The vicinity of the dual-element sensor allows you to insert the middle element of the vibrating element into the receiving element. The elements are acoustically isolated from one type to another. The acoustic scanning frequency is assumed to be 20 kHz, the duration of the scanning pulse is 0.3 ms. Is shown block diagram and a photo of the visible sensor.

Keywords: underground mine, injuries to mining workers, ultrasonic scanning, device design.




JEL: C01, C15, C2

Application of ultrasound detection for dangerous starts and deliveries in the roof and walls of underground mining works

Vitalii Shupov

Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: shupov@gmail.com

 ORCID iD: 0000-0003-4197-7603

Mykola Zhukov

Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: krogzhuns@gmail.com

 ORCID iD: 0000-0003-4308-0218

Andrii Pyrozhenko

Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: a.v.pirozhenko@gmail.com

 ORCID iD: 0000-0001-8148-4956

Vitalii Tsvitnov

Assistant, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: tsvitnov8@gmail.com

 ORCID iD: 0000-0002-6870-3090

Ruslan Shaida

Assistant, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: aumpekmi.nmetau@gmail.com

 ORCID iD: 0000-0002-7942-9592

Abstract: It has been shown that there is a high incidence of injuries to mountain workers due to falling pieces of rock in underground mining pits. From the published materials it is clear that in deep ore mines, on average, 40% of all injuries on mining robots are mainly caused by falls from invisible pins and scrapes in the walls and walls of mining machines. Increasing productivity works under the influence of a stronger environment. The main way to identify potential stains is by tapping the surface of the oil mass, as the frill is called, which is associated with a forceful infusion onto the mass and is potentially unsafe. The design is based on a device for non-force acoustic ultrasonic scanning of the roofing and walls of the roofing wall with the method of detecting the presence of pins and shading. Active control of the massif is based on the specific nature of the division of mechanical-acoustic springs in the Georgian breed. An analysis of the reaction of the Girsky breed to an exciting acoustic pulse in the ultrasonic spectrum was carried out. It was revealed that the reaction of the breed lies at the stage of mechanical connection of the controlled plot with the entire Girsky massif, therefore, by the magnitude of the amplitude and extinction of the acoustic sound, one can judge the stage of autonomy of the plot and possibly There is a deboning. The detection of cracks, which causes increased reverberation of the signal due to vibrations between the sections in the cracks, which leads to increased amplitude and frequency of strong resonant vibrations. The device was disassembled, prepared and tested until the last moment and fitted with the sensor to accommodate two independent sensors, one of which works on vibration, and the other on reception. To ensure high sensitivity, frequency and small dimensions, a resonant converter based on the active element of the PZT material was used - 23 with barium titanate with added lead and zirconium titanate. The vicinity of the dual-element sensor allows you to insert the middle element of the vibrating element into the receiving element. The elements are acoustically isolated from one type to another. The acoustic scanning

frequency is assumed to be 20 kHz, the duration of the scanning pulse is 0.3 ms. Is shown block diagram and a photo of the visible sensor.


Keywords: underground mine, injuries to mining workers, ultrasonic scanning, device design.

Застосування ультразвуку для винаходження небезпечних заколів і відшланень у покрівлі і стінках підземних гірничих виробок

Віталій Шупов

к.т.н., доцент, Державний університет економіки і технологій, Україна


e-mail: shupov@gmail.com

 ORCID iD: 0000-0003-4197-7603

Микола Жуков

к.т.н., доцент, Державний університет економіки і технологій, Україна


e-mail: krogzhuns@gmail.com

 ORCID iD: 0000-0003-4308-0218

Андрій Пироженко

к.т.н., доцент, Державний університет економіки і технологій, Україна


e-mail: a.v.pirozhenko@gmail.com

 ORCID iD: 0000-0001-8148-4956

Віталій Цвітнов

асистент, Державний університет економіки і технологій, Україна

e-mail: tsvetnov8@gmail.com

 ORCID iD: 0000-0002-6870-3090

Руслан Шайда

асистент, Державний університет економіки і технологій, Україна

e-mail: aumpekmi.nmetau@gmail.com

 ORCID iD: 0000-0002-7942-9592

Анотація: Представлено високу поширеність травматизму гірських робітників від падаючих шматків породи в підземних гірничих виробках. З опублікованих матеріалів відомо, що на глибоких рудних шахтах в середньому 40% усіх травм на гірничих роботах в останні роки спричинені падінням невидимих заколів та відшарувань в стелі та стінках гірничих виробок. Зростання продуктивності робіт тягне посилення цього явища. Існуючий спосіб виявлення потенційних заколів та відшарувань методом простукування поверхні гірничого масиву, так звана оборка, пов'язана з силовим впливом на масив і є потенційно небезпечним. Запропоновано конструкцію пристрою для несилового акустичного ультразвукового сканування покрівлі та стінок гірничого вироблення з метою виявлення прихованих заколів та відшарувань. Активний контроль масиву ґрунтується на визначенні характеру розподілу механо-акустичних пружних хвиль у гірській породі. Проведено аналіз реакції гірської породи на збуджуючий акустичний імпульс в ультразвуковому спектрі. Виявлено, що реакція породи залежить від ступеня механічного зв'язку контрольованої ділянки з усім гірським масивом, тому за величиною амплітуди та згасанню акустичного післязвучання можна судити про ступінь автономності ділянки та можливість її обвалення. Наявність тріщин, заколів та відшарування збільшує реверберацію сигналу за рахунок відображень від меж розділу в тріщинах, що призводить до збільшення амплітуди та тривалості вільних резонансних коливань. Розроблено, виготовлено та випробувано дослідний зразок приладу з датчиком, що містить два незалежних п'єзоперетворювача, один з яких працює на випромінювання, а інший

- на прийом. Для забезпечення поєднання високої чутливості, частотності та малих габаритів було використано резонансний перетворювач на основі активного елемента з матеріалу ЦТС – 23 з титанату барію з додаванням титанату свинцю та цирконію. Використання двоелементного датчика дозволяє усунути безпосередній вплив випромінюючого елемента на прийомний. Елементи акустично ізольовані один від іншого. Частота акустичного сканування прийнята 20 кГц, тривалість скануючого імпульса 0,3 мс. Подана блок-схема пристрою та фото загального вигляду датчика.

Ключові слова: підземна виробка, травматизм гірничих робітників, ультразвукове сканування, конструювання пристрою.

Вступ (Introduction)

В Україні та інших країнах із розвиненою гірничодобувною промисловістю широко використовується видобуток рудних корисних копалин підземним способом на шахтах. Останнім часом глибина залягання пластів, що розробляються, неухильно збільшується, що призводить до ускладнення гірничотехнічних умов виробництва та збільшення факторів ризику виробничого травматизму. Незважаючи на вдосконалення технологій та обладнання, рівень травматизму на підземних роботах залишається суттєвим. При цьому більшість травм і смертельних випадків пов'язано з падінням шматків породи з покрівлі та стін гірничих виробок. Порушення суцільності гірничого масиву відбувається постійно під впливом високого гірничого тиску та технологічних причин, переважно вибухових робіт та роботи гірничотранспортного обладнання.

Результати (Results)

З опублікованих даних (Muzaffar et al., 2013, Kleczek et al., 1999, Amegbey et al., 2008, Sanmiguel et al., 2015, Lang, 2015, Coleman et al., 2003-2007) відомо, що на залізорудних шахтах від 40% до 70% травм зі смертельним наслідком пов'язані з падінням гірничої маси. Наприклад, у Кривбасі на шахті "Гвардійська" 12.03.2018 внаслідок обвалу породи на горизонті 1340 м один гірник загинув та один травмований. 03.12.2020 на шахті "Тернівська" троє людей постраждали від обвалу породи на горизонті 1383 м. 02.12.2021 на шахті "Артем-1" загинув гірник через обвал на горизонті 1135 м.

За даними SpkConsulting (Srk Consulting, 2014) на шахтах Австралії 66% смертельних нещасних випадків були зумовлені обвалом гірського масиву, а 40% усіх травм на підземних роботах у період 1992-2014 рр. були спричинені падінням невидимих заколів та відшарувань в стелі та стінах гірничих виробок. При цьому потрібно відрізнити травми від падаючих поодиноких шматків породи, від таких, що виникли при обрушеннях значних зависань гірської маси. За даними (Shcherbatiuk, 1992) на травми від падаючих поодиноких шматків гірничої маси припадає 80% тяжких травм, а на травми при обрушеннях значних зависань гірської маси - 20%. При зростанні площі поперечного перерізу гірничої виробки - це співвідношення ще більше збільшується.

У (Volfson et al., 1986) виявлено кількісну залежність числа нещасних випадків на залізорудних шахтах Кривого Рогу від гірничо-геологічних умов:

$$N = 4,213 - 0,221f + 0,392S + 0,002H, (1)$$

де: N - кількість нещасних випадків на 10^4 м довжини виробки; f - міцність породи за шкалою Протод'яконова; S - площа поперечного перерізу виробки, м^2 ; H - глибина залягання горизонту, м.

Заколи та відшарування гірської маси можуть мати геологічне, динамічне або технологічне походження. Заколи геологічного походження утворилися внаслідок

відокремлення шматків від масиву по тріщинах або на межі порід з різними властивостями міцності. Заколи технологічного походження зумовлені бурильними і вибуховими роботами або аваріями з важким гірничо-транспортним обладнанням. Динамічне утворення заколів відбувається протягом тривалого часу як наслідок порушення суцільності гірського масиву під впливом гірського тиску. Таке утворення заколів пов'язане з наявністю тріщин в гірському масиві (Pantelieiev, 2020).

Для характеристики ступеня напруженості приконтурної частини гірського масиву, у геомеханіці існує поняття категорії небезпеки. Воно визначає можливість порушення цілісності масиву як у вигляді масштабних вивалів і гірських ударів, так і у вигляді локальних лущень, заколів і відшарувань. Останні є найбільш поширеними та непрогнозованими. Зовнішніми ознаками небезпечного стану масиву з погляду ризику падіння шматків гірської маси можуть бути: велика площа поперечного перерізу виробки; пошкодження скельного масиву після вибухових робіт; поява нових тріщин та їх розкриття; поява капель води або значне зволоження поверхні; виявлення малих та великих шматків породи на підлозі виробки; звукові клацання та потріскування.

Щоб уникнути ризику отримати травму від падіння великих шматків породи (бутів) у підготовчих та очисних виробках потрібно регулярно виконувати технологічну процедуру, яка регламентується нормативними документами проведення гірничих робіт. Ця процедура передбачає візуальний огляд і та простукування поверхні гірського масиву з метою виявлення заколів та їх знешкодження: примусове відділення шматка від масиву (оборка). Оборка заколів проводиться на початку кожної зміни. Її виконують спеціально навчені робітники відповідно до плану гірничих робіт (Marshall et al., 2000). Зазвичай, оборка заколів здійснюється вручну за допомогою спеціальної штанги завдовжки не менше 2м. Ручна оборка є трудомісткою та небезпечною операцією. Використовують також механізовану оборку за допомогою самохідних машин, які пересуваються по рейках або на колесах. В таких машин робочим органом є гідравлічний або пневматичний ударний інструмент.

Перед оборкою заколу його спочатку потрібно виявити. Візуально можна виявити лише невелику кількість заколів і відшарувань, які явно проявляють себе. Тому актуальною проблемою є виявлення прихованих заколів. Велика увага розвитку геофізичних методів контролю стану поверхні гірничого масиву приділяється у всіх країнах із розвинутою гірничодобувною промисловістю. В Україні в цьому напрямку працюють такі організації: ІДФ НАН, ІГТМ НАН, УкрНІМІ та НГУ.

Контроль масиву ґрунтується на визначенні характеру розподілу механо-акустичних пружних хвиль у гірській породі. При цьому використовуються пасивний та активний типи контролю і спеціальні електронні прилади. Пасивний контроль заснований на прослуховуванні внутрішніх природних шумів у породі, які виникають при порушенні цілісності скельного масиву, який знаходиться в напруженому стані. При активному контролі використовується штучний збудник пружних коливань певної частоти, які по подають в гірський масив і визначають характер розповсюдження цих коливань. Пасивний метод застосовується для тривалого моніторингу напруженого стану гірського масиву в цілому. Активний метод може бути використаний для виявлення локальних ділянок поверхні масиву, в якому втратився жорсткий механічний зв'язок з основним скельним масивом. Найбільш перспективним у геомеханіці є активний акустичний метод, в якому використовується ультразвуковий діапазон частот понад 20 кГц (Yalanskyi, 2000, Kopylov et al., 2015, Lesso et al., 2007, Khoshuei et al., 2019, Meng et al., 2018). Такий метод контролю використаний у приладі ЕРІДАН, який розроблений в ІГТМ АН України (Serhiienko et al., 1989) для дефектоскопії оголеної поверхні гірничого масиву. Ця розробка була однією з перших спроб створити прилад для оперативного виявлення небезпечних заколів у підземній виробці. В цьому приладі механічний ударник з нормованою силою удару активує акустичну хвилю в гірському масиві і одночасно сейсмоприймачем аналізується спектр згасаючих коливань в масиві. Ознакою порушення цілості масиву є помітна інтенсивність післязвучання породи після удару. Відомі інші аналоги такого приладу різних розробників. Сам принцип не викликає

заперечень, але його реалізація має ряд недоліків. Головними недоліками є потреба генерувати небезпечні механічні силові удари, які впливають на поверхню гірського масиву та використання лише амплітуди акустичної хвилі післязвучання для визначення порушення монолітності масиву.

У цій роботі зроблена спроба створити прилад, який має більш високу достовірність виявлення заколу в гірському масиві навколо виробки без силового впливу на масив. Суть роботи приладу полягає в тому, що у твердій скельній породі розповсюджуються поздовжні та поперечні пружні хвилі, за рахунок акустичного впливу, який генерує прилад. Основні акустичні параметри гірської породи – швидкість поширення пружної хвилі, коефіцієнт поглинання акустичної енергії та хвильовий опір.

Швидкість поширення акустичної хвилі визначається пружними властивостями породи та її щільністю, які мало залежать від частоти. Це дозволяє використовувати весь спектр сигналу, отриманого чутливими елементами приладу. Для скельних порід типу граніту, базальту, кварциту швидкість поздовжніх хвиль знаходиться орієнтовно в межах 4500 – 6000 м/с, а поперечних - 3000 – 3500 м/с. Амплітуда коливань A при віддаленні L від джерела випромінювання зменшується за експоненціальним законом (Rzhevskiy et al., 1984).

$$A = e^{-\beta L}, (2)$$

де: A_0 - амплітуда коливань на виході джерела сигналу; β – коефіцієнт поглинання, m^{-1} .

У місцях виникнення тріщин чи інших порушень суцільності відбувається відбиття пружної хвилі та реверберація акустичного сигналу. При ослабленні зв'язку з масивом характер відгуку на збудливий вплив визначається як загасанням сигналу в породі, так і резонансними явищами в локальному об'ємі контрольованої ділянки. Згасання хвиль обмежує просторову базу контролю та сприяє виявленню в акустичному сигналі лише тих хвиль, які резонують зі структурами гірського масиву. Наявність заколів і відшарування призводить до збільшення амплітуди та тривалості вільних резонансних коливань за рахунок реверберації. При цьому, максимум спектральної щільності зміщується в бік більш низьких частот.

Принципово можливо створити пружні коливання у породі за допомогою магнітострикційних та п'єзоелектричних перетворювачів електричного сигналу в механічну ультразвукову хвилю. Ці ж перетворювачі можуть працювати у зворотному напрямку - як приймачі акустичного ревербераційного сигналу. Для забезпечення посидання високої чутливості, частотності та малих габаритів було використано резонансний перетворювач на основі активного елемента з матеріалу ЦТС – 23 з титанату барію з додаванням титанату свинцю та цирконію. Цей матеріал відноситься до категорії п'єзокераміки і має високі функціональні характеристики: п'єзомодуль $(75-100) \cdot 10^{12}$ Кл/Н; механічна добротність 300; параметр випромінювання $(32-100)$ Кл/м²; параметр прийому 0,68 – 10-12 Кл / Н; температура Кюрі 285°C.

Конструктивні розміри активного елемента п'єзокераміки вибираються виходячи з необхідної потужності та частоти випромінювання. В приладі використана кругла пластина діаметром $D = 40$ мм та товщиною $h = 4$ мм. Круглі п'єзоелементи можуть працювати як з поздовжніми осьовими, так і з поперечними радіальними коливаннями і мають дві резонансні частоти $f_1 = C / 2h$ і $f_2 = C / 2D$, де C - швидкість звукової хвилі в матеріалі. Для збільшення амплітуди випромінюваних коливань та їхньої локалізації використовується концентратор конічної форми з алюмінієвого сплаву. Електричний зв'язок із приладом здійснюється високочастотним коаксіальним кабелем.

У режимі випромінювання вхідним параметром є амплітуда імпульсу напруги E , а вихідний – амплітуда акустичного тиску коливань P на виході концентратора, тому показником ефективності роботи п'єзоперетворювача є співвідношення P/E . В режимі прийому в якості вхідного сигналу використано акустичний тиск P , який спричиняє гірська порода на

концентратор, а як вихідний – напруга U , що виникає на електродах п'єзопластини та ефективність роботи перетворювача на прийом оцінюється співвідношенням U/P .

В принципі, можливе створення ультразвукового датчика заколів з одним п'єзоперетворювачем, який після збудження та примусового демпфування переводиться в режим прийому сигналів вільних коливань. Але таке рішення виявилось не ефективним через неможливість швидкого демпфування випромінювача. Це пов'язане з тим, що слабкий сигнал, який приймається приладом, накладається на власне випромінювання датчика. Тому використано схему двоелементного датчика, один елемент якого працює тільки на випромінювання, а другий – тільки на прийом. Обидва елементи конструктивно ідентичні та встановлені на спільній рукоятці датчика через гумові трубчасті втулки, які послаблюють взаємний механічний зв'язок.

Зовнішній вигляд двоелементного датчика показано на рис.1.



Рисунок 1. Зовнішній вигляд датчика.

Рукоятка датчика може встановлюватися на подовжувальну штангу з алюмінієвих трубчастих секцій, які поєднуються різьбовим з'єднанням. У процесі контролю датчик обома елементами прикладається до поверхні гірського масиву.

Збудження п'єзоелемента здійснюється імпульсами тривалістю 0,3мс і амплітудою 250В. П'єзоелемент спільно з підвищуючою обмоткою трансформатора схеми генератора імпульсів утворюють послідовний коливальний контур, в якому виникають затухаючі коливання (рис.2).

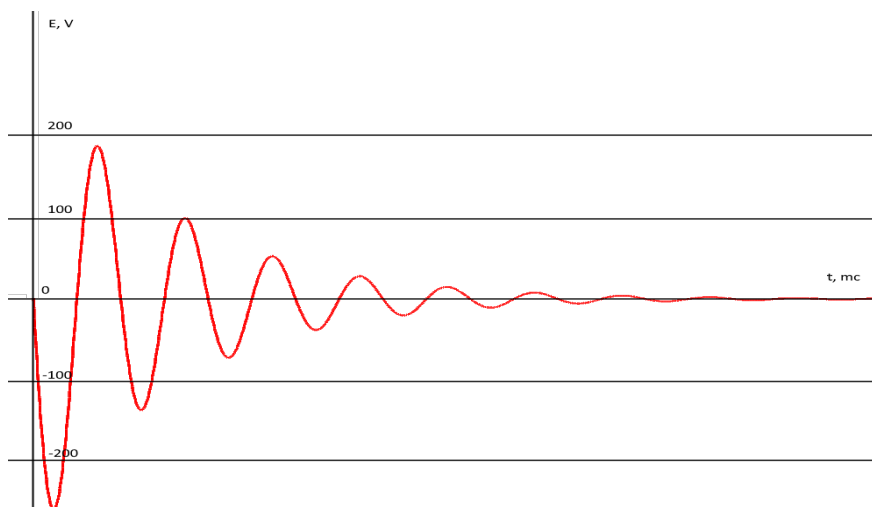


Рисунок 2. Осцилограма збуджуючого сигналу.

Блок – схема пристрою показано на рис. 3.

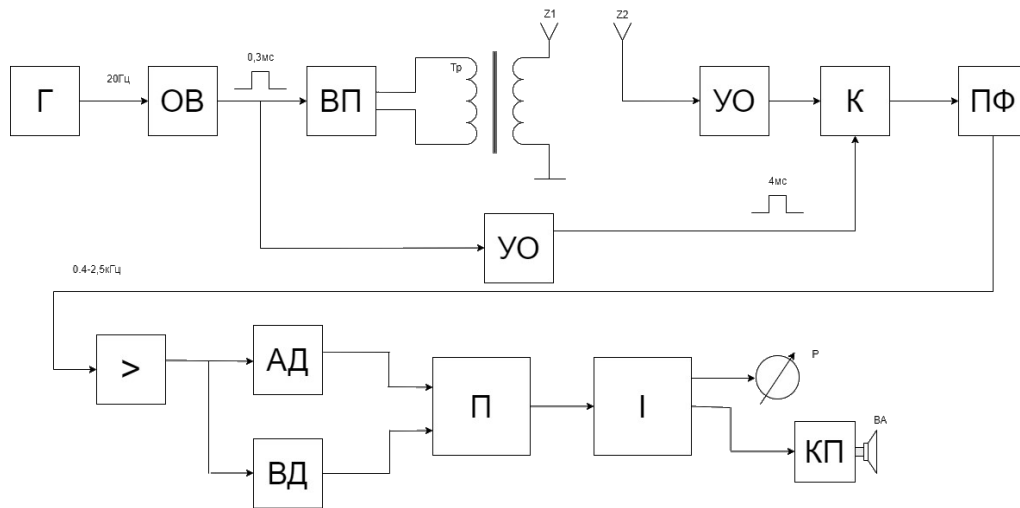


Рисунок 3. Блок-схема пристрою

Генератор G виробляє частоту 20 Гц скануючих збуджуючих імпульсів. Одновібратор OB формує скануючий імпульс тривалістю 0,3 мс, який через імпульсний підсилювач VP і підвищуючий трансформатор Tr надходить на п'єзоелемент збуджуючого перетворювача $Z1$. При цьому виникають мікроколивання контрольованої ділянки гірського масиву. Амплітуда і час згасання цих коливань залежить від ступеня механічної автономності контрольованої ділянки породи. Тобто, вони залежать від жорсткості його зв'язку з усім скельним масивом. У суцільному масиві без тріщин, заколів та відшарування коливання будуть мати незначну амплітуду і швидко згасають.

Приймальний перетворювач $Z2$ сприймає коливання, що виникли в породі, генеруючи на своєму виході електричний сигнал, пропорційний амплітуді акустичних коливань. Цей сигнал попередньо підсилюється обмежувачем YO і через ключ K надходить на полосовий частотний фільтр $ПФ$. Ключ K відкривається після кожного скануючого імпульсу із затримкою 4 мс, яка визначається одновібратором OB . Ця затримка потрібна для уникнення впливу власних коливань датчика на приймальний тракт.

Ширина смуги пропускання фільтра на рівні 0,5 становить (0,4 – 2,5) кГц і знаходиться у смузі робочих частот мікроколивань післязвучання реальних заколів та відшарувань масою до 100 кг. Сигнал із виходу фільтра після підсилення поступає на детектор амплітуди AD і детектор тривалості VD . Детектори містять інтегратори усереднення результатів перетворення. З метою підвищення достовірності контролю використано принцип одночасного обліку амплітуди та тривалості коливань, для чого сигнали з виходів обох детекторів перемножуються - перемножувачем $П$. Вихід перемножувача є кінцевим інформаційним сигналом. Для зменшення впливу акустичних перешкод, наприклад, від шарудіння датчика по породі, використаний інтегратор I з великим часом інтегрування. Рівень вихідного сигналу індикуються стрілочним індикатором P та звуковим індикатором BA . Поріг звучання визначається компаратором рівня KV . Наявність звукового сигналу вказує про те, що контрольована ділянка породи має механічну автономність щодо скального масиву в межах чутливості приладу, яку можна задати. Відхилення стрілки індикатора P показує рівень цієї автономності у відносних одиницях.

Калібрування пристрою здійснюється таким чином, щоб при встановленні датчика на суцільний скельний масив, звуковий індикатор не спрацьовував, але при встановленні датчика на автономні шматки породи масою від 1 до 100 кг, індикатор сигналізував як небезпечний закол.

Висновки (Conclusions)

Перевага пристрою полягає у відсутності силового механічного впливу на поверхню гірського масиву, а також в обліку як амплітуди вимушених коливань у породі, так і в тривалості реверберації. Застосування пристрою підвищує безпеку виявлення заколів. Напрямок удосконалення такого ультразвукового акустичного методу сканування масиву – дистанційне введення та знімання ультразвукових сигналів без безпосереднього механічного контакту з поверхнею гірничого вироблення.

Конфлікт інтересів (Conflicts of interest)

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Фінансування (Funding)

Це дослідження не отримало зовнішнього фінансування

Внесок авторів (Authors contribution)

Практична розробка пристрою, Ш.В. та, Ш.Р.; аналітичні дані та аналіз Ж.М., Ц.В. та П.А. Усі автори прочитали та погодилися з опублікованою версією рукопису.

Література (References)

- Amegbey N., Ndur S., & Adjei R. (2008) Analysis of underground mining accidents at AngoGold Ashanti Limited, Obuasi Mine. *Ghana Min J*, 10(1).
- Coleman P., Brune J., & Martini L. (2010). Characteristics of the top five most frequent injuries in United States mining operations, 2003-2007. *Trans Soc Min Metal Explor*, 61-70.
- Khoshuei M., & Bagherpour R. Application of Acoustic Emission in mining and earth sciences: a review. (2019) *The Mining-Geological-Petroleum Engineering Bulletin*, 34(4), 19-32.
- Kleczeck Z., & Malec M. (1999). Classification of hazards in underground mines-set against a background of experiences in Polish mining industry. *Coal Int*, -, 247(4), 141-143.
- Kopylov K.M., Smyrnov O.V., & Kulyk A.I (2015). Akustychnyi kontrol stanu masyvu ta prohnaz dynamichnykh yavlyshch 8, 32-37.
- Lang O. (2010) The dangers of mining around the world. Latin America and Caribbean: BBC, <http://www.bbc.com/news/world-latin-america-11533349>.
- Lesso I., Flegner P., Pandula B., & Horovcak P. (2007) New principles of process control in geotechnics by acoustic methods. *Metalurgija* 46(3), 165-168.
- Marshall T.E., Prosser L.J., & Iannachione A.T. (2000). Roof Monitoring in Limestone – Experience with the Roof Monitoring Safety System. Proceedings of the 19th International Conference on Ground in Mining, *Morgantown, WV*, 185 – 191.
- Meng Yao-yao, Xue Shan, Wang Rue, & Deng Xiang-hui. Acoustic Method Based of Integrity Coefficient for Testing the Loose Cscle of Surrounding Rock (2018). *Journal of Highway and Transportation Research and Development*. - 12(2), 70-72.
- Muzaffar S., Cummings K., Hobbs G., & Kreiss P. (2013). Factors associated with fatal mining injuries among contractors and operators. *J Occup Environ Med*, 55(11), 1337-1344.
- Panteliev A.V. Kasparian E.V., & Semenova I.E. (2020). Metodyka vizualnykh sposterezhen u pidzemnykh hirnychkykh vyrobkakh na rodovyshchakh, skhylnykh ta nebezpechnykh za hirskymy udaramy. Apatyty: vydavnytstvo FITs KNTs RAN.
- Rzhevskiy V.V., & Novik H.Ia. Osnovy fizyky hirskykh porid. (1984). *M.: Nadra*, 359s.
- Sanmiguel L., Rossel J., & Vintro C. (2015). Study of Spanish mining accidents using data mining techniques. *Saf Sci*, 75, 49-55.
- Serhiienko V.M., & Usachenko B.M. (1989). Prylad vibroakustychnoho kontroliu pryrodnoho masyvu. *Bezpeka pratsi promyslovosti*. 1, 35-36.

- Shcherbatiuk H.Ia., & Kambarov V.A. (1992) Efektyvni ohorodzhualni ta pryvybiini kriplennia. *Hirskyi zhurnal*, 11, 25-27.
- Srk Consulting. Causes of underground fatalities in WA mining between 1992-2014. https://cdn-web-content.srk.com/upload/user/image/04_Minex%20202_spk_GCMP.
- Volfson P.M., & Leonchykov I.A. (1986). Matnamatychna model travmatyzmu vid shmatkiv hirskoho masyvu, shcho obrushuiutsia, pry prokhodtsi vyrobok. *Hirskyi zhurnal*, 3, 56-58.
- Yalanskyi A.A. Osoblyvosti vyvchennia vlastyvostei ta stanu masyvu hirskykh porid ultrazvukovymy metodamy. Heotekhnichna mekhanika (2010). *Dnipropetrovsk.: IDTM NANU*, 91, 33-42.



Vol. 1 No. 2 (2023)

Available since: 2023

Published: 2 times a year

Founders: State University of Economics and Technology

ISSN: 3041-1246

E-mail: ete@duet.edu.ua Journal homepage: <https://ete.org.ua>

JEL: L640


DOI: 10.62911/ete.2023.01.02.12


Research of stacker stability under varying conditions of its work

Citation:

Zaselskyi, V., Shved, S., Popolov, D., Zaitsev, H., & Zelova, K. (2023). Research of stacker stability under varying conditions of its work. Scientific and practical journal "Economics and technical engineering", 1(2), 153–163. <https://doi.org/10.62911/ete.2023.01.02.12>

Volodymyr Zaselskyi
Prof, DSc, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
e-mail: zaselskyi_vv@duet.edu.ua
 ORCID iD: 0000-0002-7517-5433

Serhii Shved
Assoc. Prof, PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
e-mail: shved_sv@duet.edu.ua
 ORCID iD: 0000-0003-2169-8893

Dmytro Popolov
Assoc. Prof, PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
e-mail: popolov@duet.edu.ua
 ORCID iD: 0000-0003-0347-8627

Hennadii Zaitsev
PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
e-mail: zaitsev@duet.edu.ua
 ORCID iD: 0000-0002-7909-9044

Katerina Zelova
laboratory assistant, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
e-mail: Zelova84@gmail.com
 ORCID iD: 0000-0002-5727-0621

Received: 10/09/2023

Accepted: 15/11/2023

Abstract: This article deals with the research related to the reengineering of stackers, which were developed and manufactured at the end of the twentieth century and are still in operation at a number of enterprises of the mining and metallurgical complex of Ukraine. For this study, we chose a modernized stacker type U1 SN-1200, which is still in operation at the iron ore pellets storage area of the pelletizing plant of the Central Mining and Processing Plant of Kryvyi Rih. Its modernization involved the removal of a very bulky, heavy outdated aspiration system, which could significantly affect the rollover stability of its platform and lead to the failure of both its individual components and the stacker as a whole. Therefore, the aim of the research was to conduct studies related to determination of the stacker's margin of safety against overturning depending on its design features that have emerged over the course of its operation and performance for materials whose bulk density does not exceed $1,9 \text{ t/m}^3$. To achieve this goal, we used calculation and analytical methods in the MathCAD environment. The main source materials for calculations and research were archival drawings of the stacker and its technical passport. The research found that even with its nine-ton aspiration unit removed, the unit, which is significantly offset from the center of gravity of the entire structure, the safety margin of the stacker to overturning, depending on the capacity, is in the range of 1,6-1,9. Installation of an additional 9 t load instead of the aspiration unit, increases the safety margin of the stacker to 2,2, and without it to 1,8 at maximum stacker productivity of 1200 t/h.

Keywords: reengineering, safety margin, stacker, bulk material, bulk density, productivity, aspiration unit, tipping over.




JEL: L640

Research of stacker stability under varying conditions of its work

Volodymyr Zaselskyi

Prof, DSc, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: zaselskyi_vy@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0002-7517-5433

Serhii Shved

Assoc. Prof, PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: shved_sv@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0003-2169-8893

Dmytro Popolov

Assoc. Prof, PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: popolov@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0003-0347-8627

Hennadii Zaitsev

PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: zaitsev@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0002-7909-9044

Katerina Zelova

laboratory assistant, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: Zelova84@gmail.com

 ORCID iD: 0000-0002-5727-0621

Abstract: This article deals with the research related to the reengineering of stackers, which were developed and manufactured at the end of the twentieth century and are still in operation at a number of enterprises of the mining and metallurgical complex of Ukraine. For this study, we chose a modernized stacker type U1 SN-1200, which is still in operation at the iron ore pellets storage area of the pelletizing plant of the Central Mining and Processing Plant of Kryvyi Rih. Its modernization involved the removal of a very bulky, heavy outdated aspiration system, which could significantly affect the rollover stability of its platform and lead to the failure of both its individual components and the stacker as a whole. Therefore, the aim of the research was to conduct studies related to determination of the stacker's margin of safety against overturning depending on its design features that have emerged over the course of its operation and performance for materials whose bulk density does not exceed $1,9 \text{ t/m}^3$. To achieve this goal, we used calculation and analytical methods in the MathCAD environment. The main source materials for calculations and research were archival drawings of the stacker and its technical passport. The research found that even with its nine-ton aspiration unit removed, the unit, which is significantly offset from the center of gravity of the entire structure, the safety margin of the stacker to overturning, depending on the capacity, is in the range of 1,6-1,9. Installation of an additional 9 t load instead of the aspiration unit, increases the safety margin of the stacker to 2,2, and without it to 1,8 at maximum stacker productivity of 1200 t/h.


Keywords: reengineering; safety margin; stacker; bulk material; bulk density; productivity; aspiration unit; tipping over.

Дослідження стійкості штабелеукладача при різних умовах його роботи

Володимир Засельський

д.т.н., професор, Державний університет економіки і технологій, Кривий Ріг, Україна


e-mail: zaselskyi_vy@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0002-7517-5433

Сергій Швед

к.т.н., доцент, Державний університет економіки і технологій, Кривий Ріг, Україна


e-mail: shved_sv@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0003-2169-8893

Дмитро Пополов

к.т.н., доцент, Державний університет економіки і технологій, Кривий Ріг, Україна


e-mail: popolov@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0003-0347-8627

Геннадій Зайцев

к.т.н., Державний університет економіки і технологій, Кривий Ріг, Україна


e-mail: zaitsev@kneu.dp.ua

 ORCID iD: 0000-0002-7909-9044

Катерина Зелова

Асистент, Державний університет економіки і технологій, Кривий Ріг, Україна

e-mail: Zelova84@gmail.com

 ORCID iD: 0000-0002-5727-0621

Анотація: У роботі розглянуто дослідження пов'язане з реінжинірингу штабелеукладачів, які були розроблені та виготовлені у кінці ХХ сторіччя та й досі знаходяться в експлуатації у низці підприємств гірничо-металургійного комплексу України. Для проведення досліджень був обраний модернізований штабелеукладач типу У1 СН-1200, який знаходиться і по теперішній час в експлуатації на ділянці складування залізородних окатків фабрики огрудкування Центрального гірничо-збагачувального комбінату в м. Кривий Ріг. Його модернізація стосувалась видаленню дуже громіздкої, важкої, застарілої аспіраційної системи, що може суттєво впливати на стійкість до перекидання його платформи і привести до виходу з ладу його окремих вузлів та в цілому штабелеукладача. Тому метою роботи було проведення досліджень, пов'язаних з визначенням запасу стійкості штабелеукладача до перекидання в залежності від його конструктивних особливостей, які з'явилися з часом його експлуатації, та продуктивністю для матеріалів, насипна щільність яких не перевищує $1,9 \text{ т/м}^3$. Для досягнення поставленої мети використовувались розрахунково-аналітичні методи в середовищі MathCAD. Основними вихідними матеріалами для проведення розрахунків та досліджень були архівні кресленики штабелеукладача та його технічний паспорт. Дослідженням встановлено, що навіть зі знятим його дев'ятитонним аспіраційним блоком, який суттєво зміщений щодо центру ваги всієї конструкції, запас стійкості штабелеукладача до перекидання в залежності від продуктивності знаходиться в межах 1,6-1,9. Встановлення додаткового вантажу масою 9 т, замість аспіраційного блока, збільшує запас стійкості штабелеукладача до 2,2, а без нього до значення 1,8 при максимальній продуктивності штабелеукладача 1200 т/год.

Ключові слова: реінжиніринг; запас стійкості; штабелеукладач; сипкий матеріал; насипна щільність; продуктивність; аспіраційний блок; перекидання.

Вступ (Introduction)

На теперішній час в гірничо-металургійній промисловості країни використовується ще велика кількість обладнання, яке було розроблено та виготовлено підприємствами Радянського Союзу в минулому столітті. Можливості конструкторів при розробці обладнання тоді були вкрай обмеженими існуючими технологіями проектування (Zabolotnyi et al., 2015). Внаслідок чого розрахункова конструкторська документація на таке обладнання застаріла або взагалі відсутня. Тому поновлення технічної документації та її інжиніринг, який включає аналіз, розробку 3-D моделей, розгляд принципів роботи вузлів, механізмів дослідження надійності їх експлуатації в сучасних умовах є актуальним завданням. До таких завдань слід віднести роботи, які направлені на розрахунок і моделювання основних агрегатів та вузлів багатьох штабелеукладачів (Baryshev et al., 2005), (Kazartsev et al., 2015), (Kazartsev et al., 2016), (Tіpikin et al., 2015), (Tіpikin et al., 2016). Однак розрахунків та досліджень надійності експлуатації штабелеукладача типу У1 СН-1200, який до чого часу використовується у низці підприємств гірничо-металургійної галузі не було проведено. Слід відзначити, що за довгі роки експлуатації штабелеукладач згаданого типу притерпів ряд удосконалень, наприклад, знаття застарілої, дуже громіздкої та важкої аспіраційної системи, що спонукає до можливого перекидання його платформи в залежність від умов його роботи, а саме продуктивності і навантажень від сипкого матеріалу. Тому мета роботи полягає в дослідженнях роботи штабелеукладача типу У1 СН-1200 без аспіраційного блока при розвантаженні та укладці залізорудної сировини насипною щільністю $1,9 \text{ т/м}^3$ при різноманітних значеннях його продуктивності.

Матеріали та методи (Materials and Methods)

Укладач одностріловий (надалі штабелеукладач) являє собою складену статично визначувану конструкцію, розрахункові схеми якої, наведені на рисунках 1-3 та складається з платформи 1, встановленої на залізничному ходу з колією 6 м і базою 24 м, складеної стріли 2 і 3, шарнірно пов'язаної з платформою 1, яка має виліт у 21,5 м, аспіраційного блока 4 (на рисунках зображений пунктирними лініями).

Платформою вздовж її діаметральної площини протягнуто похилений конвеєр із робочою шириною 1400 мм. Уздовж стріли прокладено конвеєр із робочою шириною 1000 мм. По конвеєрах послідовно транспортується сипкий матеріал із насипною щільністю $1,9 \text{ т/м}^3$.

Максимальна продуктивність штабелеукладача при встановленому сипкому продукту становить 1200 т/год ($600 \text{ м}^3/\text{год}$) при швидкості стрічки конвеєра стріли до 2,6 м/с.

Маса платформи 120 т, маса стріли в зборі 25 т. З платформи штабелеукладача був знятий аспіраційний блок масою 9 т. У цьому випадку завданням роботи було дослідження запасу стійкості з перекидання при умові видаленого аспіраційного блока з різною продуктивністю штабелеукладача по сипкому продукту. Початкова конструкція штабелеукладача передбачає його стійкий стан на всіх режимах роботи.

Навантаження від сипкого матеріалу, що подається конвеєром стріли, припадає на основну опору штабелеукладача (рис. 1). Саме тому зміна розподілу маси штабелеукладача внаслідок видалення аспіраційного блока найсуттєвіше впливає на поперечну стійкість відносно ребра перекидання, яким є рейка з боку вильоту стріли (див. рис. 2 та рис. 3).

При цьому нахили стріли у вертикальній площині призводять до зменшення вильоту навантаження відносно ребра перекидання, внаслідок чого поперечна стійкість штабелеукладача під навантаженням при нахилу стріли тільки зростає. Таким чином, положенням штабелеукладача з найменшим запасом стійкості з поперечним перекиданням є таким, яке показано на рис. 3 з горизонтальним розташуванням стріли, і було основною розрахунковою схемою з обчислення запасів стійкості на перекидання штабелеукладача.

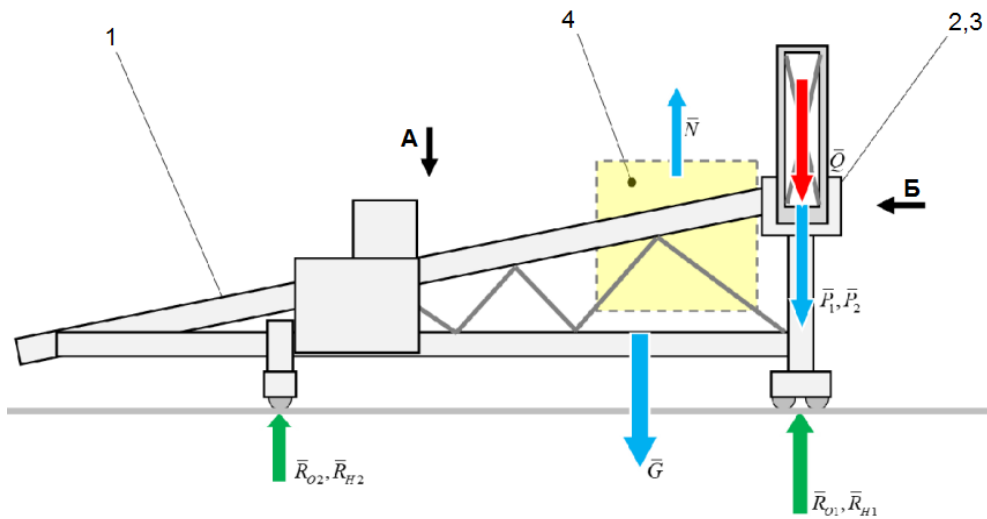


Рисунок 1. Розрахункова схема штабелеукладача на перекидання

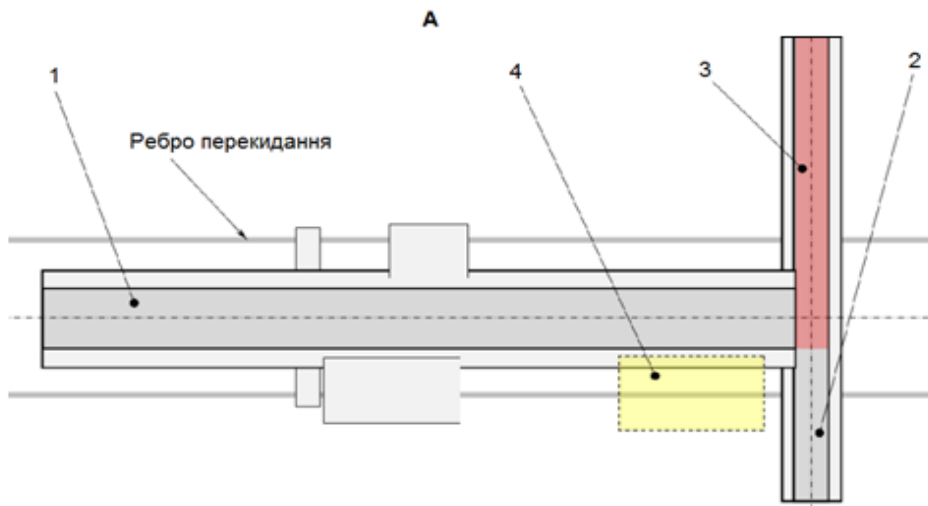


Рисунок 2. Розрахункова схема щодо стійкості штабелеукладача на перекидання в плані

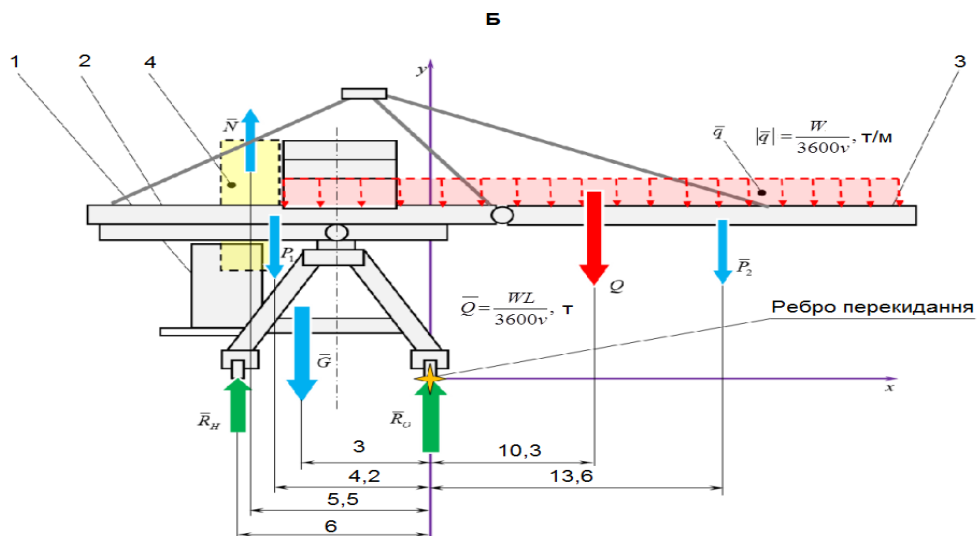


Рисунок 3. Основна розрахункова схема щодо стійкості штабелеукладача на перекидання

Основними вихідними документами для проведення розрахунків є архівні кресленики штабелеукладача, розроблені виробником.

Розрахунок параметрів стійкості при введених початкових умовах, що відповідають реальному стану штабелеукладача, виконано в середовищі MathCAD. Назва параметрів, їх позначення на схемі та значення, що відповідають рис. 3, наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Назва параметрів, їх позначення на схемі та значення, що відповідають рис. 3

Назва параметра та його одиниці вимірювання	Позначення на схемі	Значення параметра
Максимальна продуктивність штабелеукладача, т/год	W	1200
Довжина завантаженої частини стрілового конвеєра, м	L	25
Лінійна швидкість стрічки стрілового конвеєра, м/с	v	2,6
Критичне значення реакції дальньої рейки при перекиданні, т	R_H	0
Критичне значення реакції ближньої рейки, т	R_0	120
Загальна маса платформи штабелеукладача вихідного стану, т	G	95
Маса блока аспірації, т	N	9
Загальна маса стріли з порожнім конвеєром, т	P	25
Маса опорної частини стріли, т	$P_1 = 0,6P$	15
Маса консольної частини стріли, т	$P_2 = 0,4P$	10
Результуюча корисного навантаження на конвеєрі стріли та її максимальне значення, т	$Q = \frac{WL}{3600 v}$	3,2

Результати (Results)

Результуюча розподіленої сили від робочого навантаження залежить від продуктивності штабелеукладача, швидкості конвеєра стріли та довжини завантаженої частини конвеєрної стрічки:

$$Q = \frac{WL}{3600 v}, \quad (1)$$

де W - продуктивність штабелеукладача (т/год);

L - довжина завантаженої частини конвеєра стріли, м;

v - лінійна швидкість стрічки конвеєра, м/с.

З умови рівноваги моментів сил, прикладених до штабелеукладача, послідовно визначаємо невідому реакцію з боку дальньої рейки, як функцію від корисного навантаження з урахуванням (1) отримаємо:

$$P_1 4,2 - R_H 6 + G 3 - N 5,5 - P_2 13,6 - Q 10,3 = 0.$$

$$P_1 4,2 - R_H 6 + G 3 - N 5,5 - P_2 13,6 - \frac{WL}{3600 v} 10,3 = 0.$$

$$R_H(W) = \frac{1}{6} \left(P_1 4,2 + G 3 - N 5,5 - P_2 13,6 - \frac{WL}{3600 v} 10,3 \right), \quad (2)$$

Запас стійкості штабелеукладача по його перекиданню визначимо як відношення результуючого моменту, що відновлює рівновагу, до результуючого моменту, що перекидає, з урахуванням взаємодії активних силових факторів між собою:

$$n_z(W) = \frac{P_1 4,2 + G_3}{\left| -N_5,5 - P_2 13,6 - \frac{WL}{3600 v} 10,3 \right|}, \quad (3)$$

Критичне значення продуктивності штабелеукладача визначиться з критичного значення результуючого його корисного навантаження (4), яке обчислюється з умови граничної рівноваги в обертанні навколо ребра перекидання:

$$P_1 4,2 - 0 \cdot 6 + G_3 - N_5,5 - P_2 13,6 - Q_{cr} 10,3 = 0,$$

Звідки

$$Q_{cr} = \frac{1}{10,3} (P_1 4,2 - 0 \cdot 6 + G_3 - N_5,5 - P_2 13,6) = 15,8 \text{ т}, \quad (4)$$

Відповідно (1) з урахуванням (4) отримуємо значення критичної продуктивності з міркувань стійкості щодо перекидання штабелеукладача:

$$W_{cr} = \frac{3600 Q_{cr} v}{L} = 5907 \text{ т/год}, \quad (5)$$

Розрахунки показують, що практичний запас стійкості з перекидання штабелеукладача без аспіраційного блока знаходиться в інтервалі від 1,6 до 1,9 при максимальній паспортній продуктивності штабелеукладача, а критичне значення продуктивності штабелеукладача зі знятим аспіраційним блоком з міркувань його стійкості до перекидання становить 5907 т/год, що в більш ніж 4 рази перевищує реально досягну максимальну її величину.

Таким чином, агрегат зі знятим аспіраційним блоком буде стійким до перекидання в усьому діапазоні продуктивності по залізорудній сировині. При цьому передбачені початковим проектом нахили стріли у вертикальній площині, перпендикулярній до рейкової колії, призведуть тільки до деякого незначного збільшення запасу стійкості штабелеукладача. Проте слід зазначити, що розрахунки виконано за відсутності втоми металопродукату та зважаючи на довгі роки його експлуатації, монтажні, зварювальні та інші напруження, що могли накопичитися в результаті проведених ремонтів та модернізацій, тому варто було б розрахувати параметри стійкості штабелеукладача з додатковим балансирним вантажем масою 9 т, який можна встановити на місце аспіраційного блока. При цьому розрахункова схема буде відповідати рис. 4. На наведеній схемі діє додаткова сила від маси балансирного вантажу \bar{N}_1 , яка направлена в вертикальній площині штабелеукладача вниз.

У такому разі з умови рівноваги моментів сил, прикладених до штабелеукладача, послідовно визначаємо невідому реакцію з боку дальньої рейки, як функцію від корисного навантаження з урахуванням (1):

$$P_1 4,2 + N_1 5 - R_{H1} 6 + G_3 - N_5 - P_2 13,6 - Q 12 = 0.$$

$$P_1 4,2 + N_1 5 - R_{H1} 6 + G_3 - N_5 - P_2 13,6 - \frac{WL}{3600 v} 12 = 0.$$

$$R_{H_1}(W) = \frac{1}{6} \left(P_1 4,2 + N_1 5 + G_3 - N_5 - P_2 13,6 - \frac{WL}{3600 v} 12 \right), \quad (6)$$

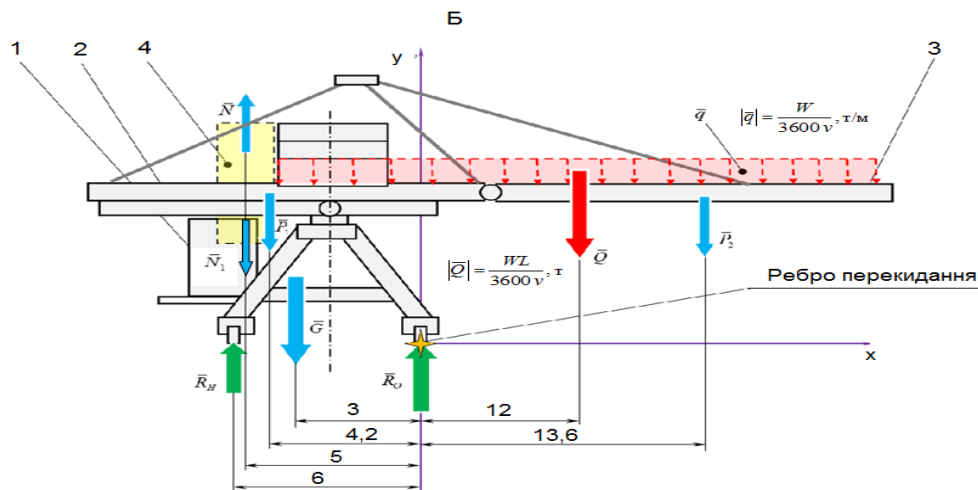


Рисунок 4. Розрахункова схема щодо стійкості штабелеукладача на перекидання з додатковим балансирним вантажем

Запас стійкості штабелеукладача щодо його перекидання, як функція його продуктивності, набуде вигляду:

$$n_z(W, N_1) = \frac{P_1 4,2 + G_3 + N_1 5}{\left| -N_5 - P_2 13,6 - \frac{WL}{3600 v} 12 \right|}, \quad (7)$$

Критичне значення продуктивності штабелеукладача визначиться з критичного значення результуючого його корисного навантаження (6), яке обчислюється за умовою граничної рівноваги в обертанні навколо ребра перекидання:

$$P_1 4,2 + N_1 5 + G_3 - N_5 - P_2 13,6 - Q_{cr1} 12 = 0,$$

Звідки

$$Q_{cr} = \frac{1}{12} (P_1 4,2 + N_1 5 + G_3 - N_5 - P_2 13,6) = 17,7 \text{ т}, \quad (8)$$

Відповідно (1) з урахуванням (8) отримуємо значення критичної продуктивності з міркувань стійкості щодо перекидання штабелеукладача:

$$W_{cr1} = \frac{3600 Q_{cr1} v}{L} = 6614 \text{ т/год}, \quad (9)$$

Отримане значення більш ніж у 5 разів більше за максимальну паспортну продуктивність штабелеукладача, що свідчить про значний запас його стійкості.

На рис. 5 показано графік залежності результуючої реакції дальньої опори штабелеукладача залежно від його продуктивності в реальному діапазоні її зміни, розраховану за формулою (2), для агрегату з віддаленим блоком аспірації і для випадку, коли використовується додатковий вантаж масою 9 т відповідно до формули (6). А на рис. 6

показано цю саму залежність у діапазоні корисного навантаження від 0 до максимально допустимого з міркувань стійкості штабелеукладача.

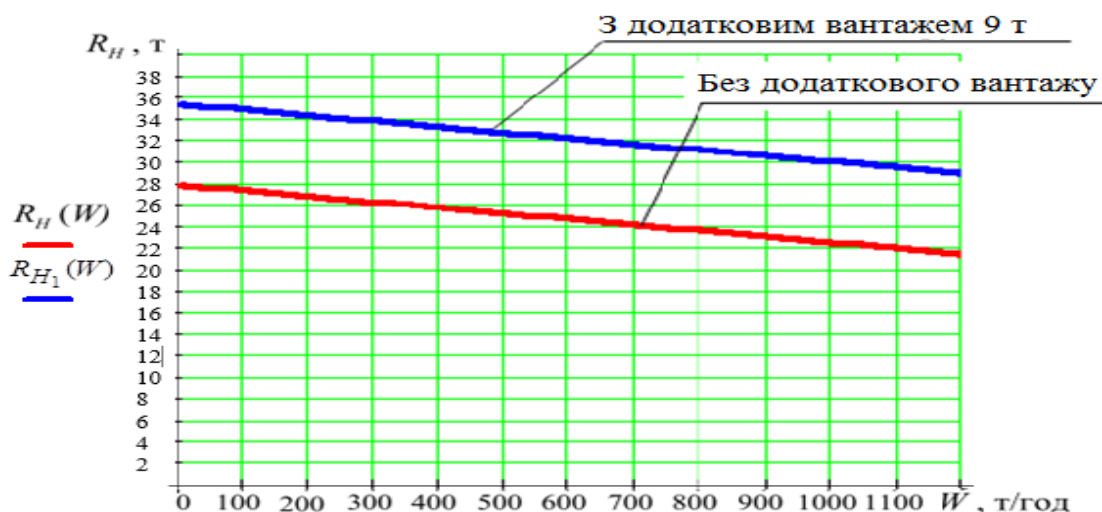


Рисунок 5. Графік залежності результуючої реакції дальньої опори штабелеукладача залежно від його продуктивності в реальному діапазоні її зміни без додаткового та з додатковим вантажем масою 9 т

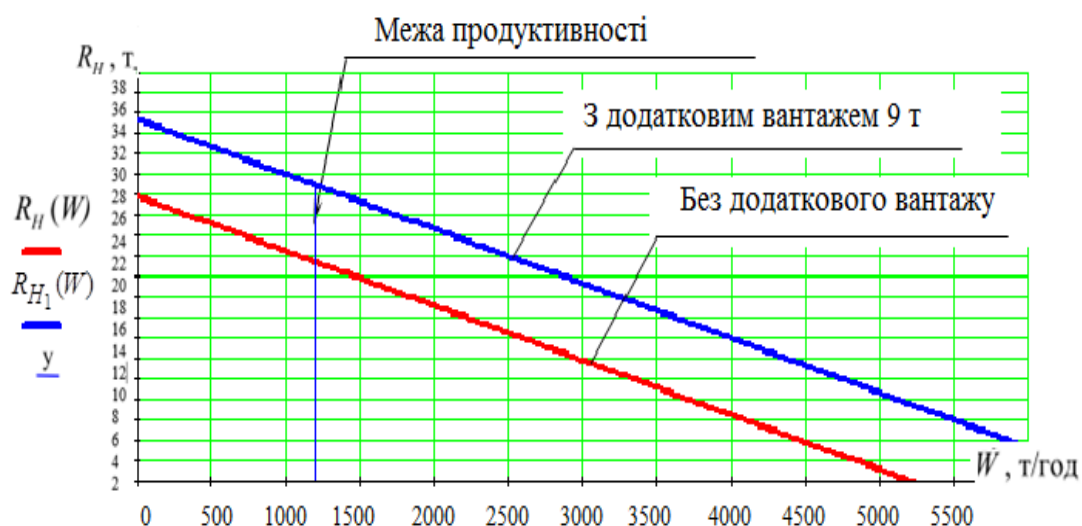


Рисунок 6. Графік залежності результуючої реакції дальньої опори від результуючої реакції залежно від продуктивності штабелеукладача в діапазоні корисного навантаження від 0 до критичного W_{cr1} (9) з умови його стійкості без додаткового та з додатковим вантажем масою 9 т

З цих залежностей видно, що вони мають лійний характер і навантаження на дальній опорі пропорційно знижується з підвищенням продуктивності. На межі максимальної продуктивності, яка дорівнює 1200 т/год загальне навантаження на дальній опорі дорівнює 22 та 29 т, відповідно без додаткового і з додатковим вантажем.

На рис. 7 та рис. 8 наведені графіки залежності запасу стійкості штабелеукладача по перекиданню залежно від його продуктивності, отримані відповідно до (3) за відсутності блока аспірації та за наявності додаткового навантаження масою 9 т відповідно до (9). На рис. 7 прийнято реальний діапазон зміни продуктивності штабелеукладача, а на рис. 8 - діапазон продуктивності, обмежений праворуч критичним значенням продуктивності, отриманий із міркувань стійкості.

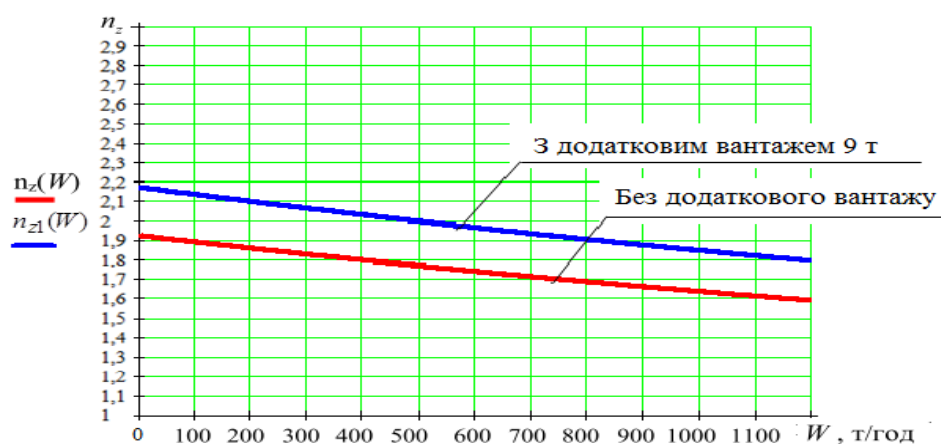


Рисунок 7. Графік залежності запасу стійкості штабелеукладача по перекиданню залежно від його продуктивності в реальному діапазоні її зміни без додаткового та з додатковим вантажем масою 9 т

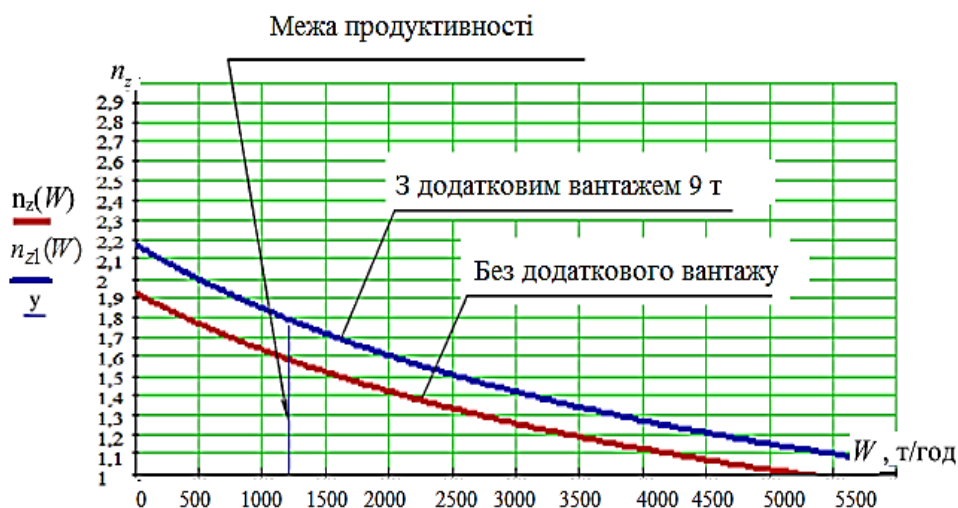


Рисунок 8. Графік залежності запасу стійкості штабелеукладача по перекиданню залежно від його продуктивності в діапазоні корисного навантаження від 0 до критичного W_{cr1} (9) з умови його стійкості без додаткового та з додатковим вантажем масою 9 т

Із наведених залежностей видно, що встановлення додаткового вантажу масою 9 т збільшує запас стійкості штабелеукладача з 1,6 до значення 1,8 при максимальній продуктивності штабелеукладача, яке дорівнює 1200 т/год. Зменшення продуктивності до 500 т/год, яка відповідає сучасним технологічним вимогам, дозволяє підвищити запас стійкості в обох випадках не менш чим на 12%.

Але зважаючи на довгі роки експлуатації штабелеукладача, а також монтажних, зварювальних та інших напружень, що могли накопичитися, варто було б у кожному конкретному випадку, крім розрахунків на стійкість, виконувати технічну діагностику втому металопрокату в різних вузлах та механізмах штабелеукладача і у випадку потреби виконати необхідні роботи, спрямовані на їх посилення.

Висновки (Conclusions)

Виконано частковий реінжиніринг штабелеукладача типу У1 СН-1200, призначеного для укладання штабеля із сипкого матеріалу, насипною щільністю $1,9 \text{ т/м}^3$ при максимальній його продуктивності 1200 т/год, а також розглянуто алгоритм розрахунку запасу стійкості його з

знятим аспіраційним блоком та встановленим замість нього додаткового вантажу масою 9 т. На основі виконаних розрахунків проаналізовані результати досліджень, якими встановлено, що навіть зі знятим його дев'ятитонним аспіраційним блоком, що суттєво зміщений відносно центру ваги всієї конструкції, запас стійкості штабелеукладача до перекидання, залежно від продуктивності, перебуває в границях 1,6...1,9, у такий спосіб забезпечуючи працездатність конструкції.

Встановлення додаткового вантажу масою 9 тонн збільшує запас стійкості штабелеукладача до 2,2 без навантаження та до значення 1,8 при максимальній продуктивності штабелеукладача 1200 т/год.

Конфлікт інтересів (Conflicts of interest)

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Фінансування (Funding)

Це дослідження не отримало зовнішнього фінансування.

Внесок авторів (Authors contribution)

Концептуалізація, адміністрація проєкту, З.В.; концептуалізація, формальний аналіз, П.Д.; методика, програмне забезпечення, Ш.С.; перевірка, візуалізація, З.Г.; аналітичні дані, З.К.

Усі автори прочитали та погодилися з опублікованою версією рукопису.

Література (References)

- Baryshev, O. I., Budyshevskiy, V. A., Skliarov, M. A., Sulyma, A. A., & Tkachuk, O. M. (2005). *Rozrakhunok i proektuvannia transportnykh zasobiv bezperervnoi dii*. Nord-Pres Publishers.
- Kazartsev D. I., & Panchenko O. V. (2015): Obgruntuvannia parametriv mekhanizmu peresuvannia ahrehatu "shtabeleukladach" z urakhuvanniam nerivnosti reikovoï kolii. *Molod: nauka ta innovatsii materialy III-yi Vseukrainskoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii studentiv, aspirantiv i molodykh uchenykh: Vol. 3.* 6–7.: <https://science.nmu.org.ua/ua/conferences/molod-nauka-ta-innov/pdf-2015/20160328-04.pdf>
- Kazartsev, D. I., & Panchenko, O. V. (Eds.) (2016). Obgruntuvannia parametriv mekhanizmu peresuvannia ahrehatu "shtabeleukladach" z urakhuvanniam nerivnosti reikovoï kolii. *NAUKOVA VESNA 2016: materialy VII-yi Vseukrainskoi naukovotekhnichnoi konferentsii studentiv, aspirantiv i molodykh uchenykh.* 37-39. <https://rmv.nmu.org.ua/ua/arkhiv-zbirok-konferentsiy/Наукова%20весна%202016.pdf>
- Tipikin O. M., & Zabolotnyi K. S. (2015). Modeliuvannia protsesu ukladannia konveiernoi strichky na rolykoopory shtabeleukladacha. *Molod: nauka ta innovatsii 2015: materialy III-yi Vseukrainskoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii studentiv, aspirantiv i molodykh uchenykh: Vol. 3,* 29–30. <https://science.nmu.org.ua/ua/conferences/molod-nauka-ta-innov/pdf-2015/20160328-04.pdf>
- Tipikin, O. M., & Zabolotnyi, K. S. (Eds.). (2016). Obgruntuvannia parametriv perekhidnoi dilianky skladskoho konveiera shtabeleukladacha. *NAUKOVA VESNA 2016: materialy VII-yi Vseukrainskoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii studentiv, aspirantiv i molodykh uchenykh.* 40-41. <https://rmv.nmu.org.ua/ua/arkhiv-zbirok-konferentsiy/Наукова%20весна%202016.pdf>
- Zabolotnyi, K. S., Sirchenko, A. A., & Tipikin, O. M. (2015). Reinzhyrnyh konstruktorskoi dokumentatsii na ahrehat shtabeleukladach. *NAUKOVA VESNA 2015: materialy VI-yi Vseukrainskoi naukovotekhnichnoi konferentsii studentiv, aspirantiv i molodykh uchenykh: Vol. 3,* 30–31. https://science.nmu.org.ua/ua/conferences/science_spring/06_pdf/3.pdf