

НАУКОВІ ГОРИЗОНТИ



Засновник, редакція, видавець –

ЖИТОМИРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Свідоцтво про державну реєстрацію
Серія КВ № 23134-12974 ПР від 19.02.2018 р.

Науковий журнал включено до категорії Б Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата ветеринарних, економічних, сільськогосподарських та технічних наук зі спеціальностей – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 101, 133, 183, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 208, 211, 281, 292 (наказ МОН України № 1643 від 28.12.2019 р., наказ МОН України № 409 від 17.03.2020 р.).

Журнал включено до міжнародних наукометричних баз і каталогів наукових видань: Index Copernicus; Directory of Open Access Journals (DOAJ); Google Scholar; Crossref; Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського.

Друкується за рішенням Вченої ради ЖНАЕУ, протокол № 8 від 11.03.2020 р.

Підписано до друку 11.03.2020 р.

Формат 210x297. Ум. друк. арк. 19,4.
Наклад 100 пр.

ISSN: 2663-2144

© Житомирський національний
агроєкологічний університет, 2020

SCIENTIFIC HORIZONS



Founder, Editorial and Publisher –

ZHYTOMYR NATIONAL AGROECOLOGICAL UNIVERSITY

Certificate of state registration

KV № 23134-12974 PR of February 19, 2018.

The scientific journal is included in category B of the List of scientific professional periodicals of Ukraine. It enables publishing the thesis results for Doctor and Candidate degrees in economic agricultural, technical and veterinary sciences (Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine No 1643 of December 28, 2019; Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine No 409 of March 18, 2020). It comprises the following specialties – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 101, 133, 183, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 208, 211, 281, 292.

ISSN: 2663-2144

The journal is included in the international scientific databases and catalogs of scientific publications: Index Copernicus; Directory of Open Access Journals (DOAJ); Google Scholar; Crossref; National Library of Ukraine named after V. I. Vernadskiy.

Recommended for publication by the decision of the Academic Council ZhNAU Minutes No. 8 of 11.03.2020.

Signed for publication 11.03.2020.

Format 210x297.

Circulation 100 copies

© Zhytomyr National

Agroecological University, 2020

НАУКОВІ ГОРИЗОНТИ

№ 3 (88),
2020

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

Засновано 12 березня 1998 р.

Періодичність випуску: дванадцять разів на рік

Редакційна колегія:

Головний редактор: Л. Д. Романчук, д. с.-г. н. (Україна)

**Заступники
головного редактора:** Ю. Раманаускас, д. н. (Литва)
Л. П. Горальський, д. вет. н. (Україна)
С. М. Кухарець, д. т. н. (Україна)

**Відповідальні
секретарі:** Н. О. Куровська, к. е. н. (Україна)
Т. М. Тимошук, к. с.-г. н. (Україна)

Л. М. Бондарева, к. с.-г. н. (Україна)
С. І. Веремесенко, д. с.-г. н. (Україна)
В. В. Гамаюнова, д. с.-г. н. (Україна)
І. Г. Грабар, д. т. н. (Україна)
І. М. Дідур, к. с.-г. н. (Україна)
В. Є. Данкевич, д. е. н. (Україна)
В. П. Журавльов, д. ф.-м. н. (Україна)
А. А. Зимаросєва, к. б. н. (Україна)
В. В. Зіновчук, д. е. н. (Україна)
Т. О. Зінчук, д. е. н. (Україна)
І. Є. Іванова, к. с.-г. н. (Україна)
І. В. Іващенко, к. б. н. (Україна)
Н. Л. Колеснік, к. вет. н. (Україна)
Л. А. Котюк, д. б. н. (Україна)
С. М. Кульман, к. т. н. (Україна)
Н. М. Куцмус, д. е. н. (Україна)
І. Левкович, д. н. (Німеччина)
А. Т. Мармоза, к. е. н. (Україна)
О. Є. Марковська, д. с.-г. н. (Україна)

О. В. Медведський, к. т. н. (Україна)
А. М. Михайлов, д. е. н. (Україна)
К. В. Молодецька, д. т. н. (Україна)
В. В. Мойсієнко, д. с.-г. н. (Україна)
М. Ф. Плотнікова, к. е. н. (Україна)
Я.-У. Санда, д. н. (Норвегія)
О. В. Скидан, д. е. н. (Україна)
З. Собек, д. н. (Польща)
Н. М. Сорока, д. вет. н. (Україна)
Р. В. Ставецька, д. с.-г. н. (Україна)
Т. П. Федонюк, д. с.-г. н. (Україна)
О. В. Чайкін, к. е. н. (Україна)
Л. В. Чижевська, д. е. н. (Україна)
П. Я. Чумак, к. с.-г. н. (Україна)
Е. Шараускіс, д. н. (Литва)
Л. В. Шірінян, д. е. н. (Україна)
В. П. Шлапак, д. с.-г. н. (Україна)
Я. Д. Ярош, д. т. н. (Україна)

Редагування англomовних текстів: Г. О. Хант, О. М. Мосейчук, К. А. Разумна

Літературний редактор: Л. В. Якубовська

Редагування бібліографічних списків: О. І. Касянюк, Н. Г. Яремчук

Макетування: М. М. Кравчук

Адреса редакції та видавництва:

10008, м. Житомир, бульвар Старий, 7, ЖНАЕУ, Україна.

Тел. (0412) 22-04-17; E-mail: schor.znau@gmail.com; [www: http://journal.znau.edu.ua/horizons](http://journal.znau.edu.ua/horizons)

SCIENTIFIC HORIZONS

№ 3 (88),
2020

SCIENTIFIC JOURNAL

Year of establishment: since March 1998.

Publication frequency: twelve times a year

Editorial Board:

Editor-in-chief: L. Romanchuk, Dr. of Agr. Sc. (Ukraine)

Deputies editor-in-chief: J. Ramanauskas, Dr. Hab. (Lithuania)
L. Goralsky, Dr. of Vt. Sc. (Ukraine)
S. Kuharets, Dr. of Eng. Sc. (Ukraine)

Executive editors: N. Kurovska, Cand. of Ec. Sc. (Ukraine)
T. Tymoshchuk, Cand. of Agr. Sc. (Ukraine)

L. Bondareva, Cand. of Agr. Sc. (Ukraine)
S. Veremeyenko, Dr. of Agr. Sc. (Ukraine)
V. Gamayunova, Dr. of Agr. Sc. (Ukraine)
I. Grabar, Dr. of Eng. Sc. (Ukraine)
I. Didur, Cand. of Agr. Sc. (Ukraine)
V. Dankevych, Dr. of Ec. Sc. (Ukraine)
V. Zhuravlyov, Dr. of Phys. and Math. Sc. (Ukraine)
A. Zymarioieva, Cand. of Biol. Sc. (Ukraine)
V. Zinovchuk, Dr. of Ec. Sc. (Ukraine)
T. Zinchuk, Dr. of Ec. Sc. (Ukraine)
I. Ivanova, Cand. of Agr. Sc. (Ukraine)
I. Ivashchenko, Cand. of Biol. Sc. (Ukraine)
N. Kolesnik, Cand. of Vt. Sc. (Ukraine)
L. Kotyuk, Dr. of Biol. Sc. (Ukraine)
S. Kulman, Dr. of Eng. Sc. (Ukraine)
N. Kutsmus, Dr. of Ec. Sc. (Ukraine)
I. Levkovysh, Fil. Dr. (Germany)
A. Marmoza, Cand. of Ec. Sc. (Ukraine)
O. Markovska, Dr. of Agr. Sc. (Ukraine)

O. Medvedskyi, Cand. of Eng. Sc. (Ukraine)
A. Mykhailov, Dr. of Ec. Sc. (Ukraine)
K. Molodetska, Dr. of Eng. Sc. (Ukraine)
V. Moisiienko, Dr. of Agr. Sc. (Ukraine)
M. Plotnikova, Cand. of Ec. Sc. (Ukraine)
Jan-U. Sandal, Fil. Dr. (Norway)
O. Skydan, Dr. of Ec. Sc. (Ukraine)
Z. Sobek, Dr. Hab. (Poland)
N. Soroka, Dr. of Vt. Sc. (Ukraine)
R. Stavetska, Dr. of Agr. Sc. (Ukraine)
T. Fedonyuk, Dr. of Agr. Sc. (Ukraine)
O. Chaikin, Cand. of Ec. Sc. (Ukraine)
L. Chyzhevska, Dr. of Ec. Sc. (Ukraine)
P. Chumak, Cand. of Agr. Sc. (Ukraine)
E. Sarauskis, Dr. Hab. (Lithuania)
L. Shirinyan, Dr. of Ec. Sc. (Ukraine)
V. Shlapak, Dr. of Agr. Sc. (Ukraine)
Ya. Yarosh, Dr. of Eng. Sc. (Ukraine)

Editing English-language texts: G. Khant, O. Moseichuk, K. Razumna

Literary editor: L. Yyakubovska

Editing bibliographic lists: O. Kasyanyuk, N. Yaremchuk

Modeling: M. Kravchuk

Address of the publishers:

10008, 7, Staryi Blvd, Zhytomyr, ZhNAU, Ukraine

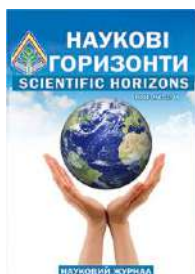
Tel. (0412) 22-04-17; E-mail: schor.znau@gmail.com; [www: http://journal.znau.edu.ua/horizons](http://journal.znau.edu.ua/horizons)

ЗМІСТ

Л. В. Забуранна, Л. В. Недільська, І. В. Абрамова, Н. О. Куровська, Г. П. Мартинюк РОЗВИТОК БАНКІВСЬКОЇ СИСТЕМИ В УМОВАХ ДЕСТРУКТИВНОГО ВПЛИВУ ВНУТРІШНІХ ТА ЗОВНІШНІХ ФАКТОРІВ	7
В. N. Mohapatra, R. K. Mohapatra DESIGN OF AN AUTOMATED AGRICULTURAL ROBOT AND ITS PRIME ISSUES	19
О. В. Захаріна, Є. І. Ходаківський, В. П. Якобчук ЕКСПЛІКАЦІЯ ПОНЯТТЯ «ДЕРЖАВНО-ПРИВАТНЕ ПАРТНЕРСТВО» В ТЕОРІЇ ПУБЛІЧНОГО УПРАВЛІННЯ	26
О. П. Русак, Т. М. Паламарчук АНАЛІЗ РОЗВИТКУ АГРОБІЗНЕСУ В КОНТЕКСТІ ФОРМУВАННЯ ТЕРИТОРІАЛЬНОГО МАРКЕТИНГУ	34
І. В. Гунько, І. А. Бабин, В. М. Пришляк ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ПОВІТРЯНОГО ІНЖЕКТОРА СИСТЕМИ ПРОМИВАННЯ МОЛОКОПРОВОДІВ ДОІЛЬНОЇ УСТАНОВКИ	44
А. С. Кравченко МЕХАНІЗМ ФУНКЦІОНУВАННЯ ФІНАНСОВОГО РИНКУ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ СУСПІЛЬСТВА	54
І. Г. Грабар, О. І. Грабар МОДЕЛЮВАННЯ ГРАНИЧНИХ СТАНІВ В ДИНАМІЦІ СИСТЕМ ЖИВОЇ І НЕЖИВОЇ ПРИРОДИ	59
М. В. Матусяк ОЦІНКА ЗИМОСТІЙКОСТІ ВИДІВ РОДУ <i>MAGNOLIA</i> L. В УМОВАХ БІОСТАЦІОНАРУ ВІННИЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО АГРАРНОГО УНІВЕРСИТЕТУ	74
Є. П. Печенюк ФОРМУВАННЯ СОСНОВО-БЕРЕЗОВИХ НАСАДЖЕНЬ В ОСЕРЕДКАХ КОРЕНЕВОЇ ГУБКИ В УМОВАХ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ	81
І. В. Чала, В. С. Русак АКТИВНІСТЬ СОРБІТОЛДЕГІДРОГЕНАЗИ КРОВІ КОТІВ ЗА ЦУКРОВОГО ДІАБЕТУ	90
В. В. Борщенко, Д. М. Кучер, О. А. Кочук-Ященко, В. Ю. Мамченко, О. О. Лавринюк СУЧАСНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ ТА КОРЕКЦІЇ РАЦІОНІВ ДЛЯ КОРІВ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ СТАД	96
Л. С. Луначевський, М. Г. Румянцев ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ШТУЧНИХ ДУБОВИХ НАСАДЖЕНЬ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ ТА ВИКОРИСТАННЯ НИМИ ЛІСОРОСЛИННОГО ПОТЕНЦІАЛУ	106
М. В. Недвига, І. В. Прокопчук, С. В. Прокопчук ВПЛИВ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ У ПОЛЬОВІЙ СІВОЗМІНІ НА СТРУКТУРНИЙ СТАН ТА ВОДНО-ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЧОРНОЗЕМУ ОПІДЗОЛЕНОГО	116
С. П. Ковальова, І. А. Можарівська КОНЦЕНТРАЦІЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ҐРУНТІ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР НА ТЕРИТОРІЇ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ	121
М. Є. Сердюк, І. Є. Іванова, В. М. Малкіна, І. А. Кривонос, Т. М. Тимошук, К. С. Євстафієва ФОРМУВАННЯ СУХИХ РОЗЧИННИХ РЕЧОВИН У ПЛОДАХ ЧЕРЕШНІ ПІД ВПЛИВОМ АБІОТИЧНИХ ФАКТОРІВ	127
С. М. Лутковська ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ У СИСТЕМІ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ	136
ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ	144

CONTENTS

L. Zaburanna, L. Nedilska, I. Abramova, N. Kurovska, G. Martynuk THE DEVELOPMENT OF THE BANKING SYSTEM IN CONDITIONS OF DESTRUCTIVE IMPACT OF INTERNAL AND EXTERNAL FACTORS	7
B. N. Mohapatra, R. K. Mohapatra DESIGN OF AN AUTOMATED AGRICULTURAL ROBOT AND ITS PRIME ISSUES	19
O. Zakharina, E. Khodakivskii, V. Iakobchuk EXPLICATION OF THE CONCEPT OF «PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP» IN PUBLIC ADMINISTRATION THEORY	26
O. Rusak, T. Palamarchuk ANALYSIS OF AGRIBUSINESS DEVELOPMENT IN THE CONTEXT OF THE FORMATION OF PLACE MARKETING	34
I. Gunko, I. Babyn, V. Pryshliak EXPERIMENTAL STUDIES OF THE AIR INJECTOR SYSTEM OPERATING MODES OF THE MILK WASHING SYSTEM	44
A. Kravchenko MECHANISM OF FINANCIAL MARKET FUNCTIONING UNDER CONDITIONS OF SOCIETY DIGITALIZATION	54
I. Grabar, O. Grabar MODELING OF THE LIMIT STATES IN THE DYNAMIC SYSTEMS OF LIVING AND LIFELESS NATURE	59
M. Matusiak EVALUATION OF WINTER-RESISTANCE KINDS OF <i>MAGNOLIA</i> L. IN THE CONDITIONS OF THE BIOSTATSIONAR VINNYTSIA NATIONAL AGRARIAN UNIVERSITY	74
Y. Pechenjuk FORMATION OF CANOPY WITH PINE AND BIRCH IN FOCUS OF MOTTLED BUTT ROT IN THE CONDITIONS OF ZHYTOMIR POLISSYA	81
I. Chala, V. Rusak SORBITOL DEHYDROGENASE OF CATS BLOOD UNDER DIABETES MELLITUS	90
V. Borshchenko, D. Kucher, O. Kochuk-Yashchenko, V. Mamchenko, O. Lavryniuk MODERN METHODS OF NUTRITION ANALYSIS AND CORRECTION FOR DAIRY COWS IN HIGH-PERFORMANCE HERDS	96
L. Lunachevskyy, M. Rumiantsev FEATURES OF THE GROWTH OF MODAL ARTIFICIAL OAK STANDS OF THE LEFT-BANK FOREST-STEPPE ZONE AND USING THE FOREST GROWTH POTENTIAL	106
M. Nedvyha, I. Prokopchuk, S. Prokopchuk IMPACT OF FERTILIZER SYSTEMS IN FIELD CROP ROTATION ON STRUCTURAL STATE AND WATER-PHYSICAL PROPERTIES OF CHORNOZEM PODZOLIZED	116
S. Kovalyova, I. Mozharivska HEAVY METAL CONCENTRATION IN SOILS WHILE GROWING ENERGY CROPS IN THE RADIOACTIVELY CONTAMINATED TERRITORY	121
M. Serdyuk, I. Ivanova, V. Malkina, I. Kryvonos, T. Tymoshchuk, K. Ievstafiieva THE FORMATION OF DRY SOLUBLE SUBSTANCES IN SWEET CHERRY FRUITS UNDER THE INFLUENCE OF ABIOTIC FACTORS	127
S. Lutkovska IDENTIFICATIONS OF ENVIRONMENTAL RISKS IN THE SYSTEM ENVIRONMENTAL ECONOMIC SAFETY	136
RULES FOR AUTHORS	144



UDC 336.711

THE DEVELOPMENT OF THE BANKING SYSTEM IN CONDITIONS OF DESTRUCTIVE IMPACT OF INTERNAL AND EXTERNAL FACTORS

L. Zaburanna, L. Nedilska, I. Abramova, N. Kurovska, G. Martynuk

Article info

Received

03.02.2020

Accepted

11.03.2020

Zhytomyr

National

Agroecological

University

7, Saryi Blvd,

Zhytomyr,

10008, Ukraine

E-mail:

[lorka_nedelskaya](mailto:lorka_nedelskaya@ukr.net)

@ukr.net;

[irina79abramova](mailto:irina79abramova@gmail.com)

@gmail.com;

[kurovska@](mailto:kurovska@gmail.com)

gmail.com;

[g.martynuk66@](mailto:g.martynuk66@gmail.com)

gmail.com

Zaburanna, L., Nedilska, L., Abramova, I., Kurovska, N., Martynuk G. (2020). The development of the banking system in conditions of destructive impact of internal and external factors. Scientific Horizons, 03 (88), 7–18. doi: 10.33249/2663-2144-2020-88-3-7-18.

The article presents the substantiation of the methodological model of the development of the banking system of Ukraine. The purpose of the research is to analyze the key aspects of the functioning of the banking system of Ukraine as well as to provide the theoretical and methodological substantiation of the model for its development. The analysis of the issues raised in the study was carried out according to the general methodological scheme of the system approach. The empirical analysis was conducted using the data of 2013–2017.

Monetary instruments of the central bank, which allowed an objective evaluation of its activities in the field of monetary regulation, are identified in the course of the research. The main trends in the development of the banking system of Ukraine are revealed. It is established that it was possible to stabilize the situation in the banking system owing to the restoring of the fund base, recognizing the real quality of assets and implementing programs of capitalization by virtually all large banks. It is found out that commercial banks currently own a right amount of capital and liquidity to resume lending to the economy.

The most probable trend of the development of the banking system of Ukraine in the immediate future is illustrated. It is established that a clear and realistic paradigm with the outlined priorities, objectives, tasks, and the stages of its implementation is able to ensure a sustainable development of the banking system. The most important tasks for the development of the banking system in accordance with the European integration processes, national needs and interests are defined; they include effective redistribution of capital; high-quality banking services; sufficient level of competitive ability; compliance of the domestic banking system with the international standards; financial availability (inclusion). The implementation stages of the paradigm for the development of the banking system of Ukraine are established, namely restoration, activation and well-balanced international integration.

Key words: central bank, commercial banks, banking system, paradigm for the development of the banking system of Ukraine.

РОЗВИТОК БАНКІВСЬКОЇ СИСТЕМИ В УМОВАХ ДЕСТРУКТИВНОГО ВПЛИВУ ВНУТРІШНІХ ТА ЗОВНІШНІХ ФАКТОРІВ

Л. В. Забуранна, Л. В. Недільська, І. В. Абрамова, Н. О. Куровська, Г. П. Мартинюк

Житомирський національний агроекологічний університет

бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

Стаття містить обґрунтування теоретико-методологічної моделі розвитку банківської системи України. Мета дослідження полягає в аналізі ключових аспектів функціонування банківської

системи України та теоретико-методологічному обґрунтуванні моделі її розвитку. Аналіз порушених у дослідженні питань здійснювався за загальнометодологічною схемою системного підходу. Емпіричний аналіз здійснювався з використанням даних за 2013–2017 рр.

У ході дослідження виокремлено монетарні інструменти центрального банку, які дозволили здійснити об'єктивну оцінку його діяльності у сфері грошово-кредитного регулювання. Виявлено основні тенденції розвитку банківської системи України. Встановлено, що ситуацію в банківській системі вдалося стабілізувати завдяки відновленню бази фінансування, визнанню реальної якості активів та виконанню програм докапіталізації практично усіма великими банками. З'ясовано, що наразі комерційні банки мають достатньо капіталу та ліквідності, щоб відновити кредитування економіки.

Проілюстровано найбільш ймовірну тенденцію розвитку банківської системи України в найближчій перспективі. Визначено, що сталий розвиток банківської системи може забезпечити чітка і реалістична парадигма з окресленими пріоритетами, цілями, завданнями, а також етапами її імплементації. Найважливішими завданнями розвитку банківської системи у відповідності до євроінтеграційних процесів, національних потреб та інтересів визнано наступне: ефективний перерозподіл капіталів; якісне банківське обслуговування; достатній рівень конкурентоспроможності; відповідність вітчизняної банківської системи міжнародним стандартам; фінансова доступність (інклюдія). Встановлено етапи імплементації парадигми розвитку банківської системи України, особливості реалізації яких ляжуть в основу подальших досліджень авторів.

Ключові слова: центральний банк, комерційні банки, банківська система, парадигма розвитку банківської системи України.

Introduction

The banking system is the major part of the economic development of the state. It contributes to the fundraising, accumulation and allocation of monetary resources, provides conducting payments, shapes the dynamics of investment processes, and maintains price and financial stability. A reliable, transparent and efficient banking system is a guarantee of sustainable economic development of the entire state. In this context, the development of a theoretical and methodological model for the development of the banking system of Ukraine is of particular relevance.

Problems of the development of the banking system in the context of the globalization of the financial market are the subject of a discussion of the world scientific community. V. Kovalenko defines the banking system as a coherent mechanism that interacts with other systemic structures of the financial market, and also as its subsystem, forms a more general association – the economic system as a whole. When comparing the banking system with other ones, he identifies in it some features common for all financial systems (a combination of many similar elements, dynamics, closed nature and self-regulation) (Kovalenko, 2015).

Richard A. Werner identifies three theories of banking: 1) The theory of financial intermediation of banking; (2) The fractional reserve theory of banking;

(3) The credit creation theory of banking. He emphasizes that only the credit creation theory of banking is marked by a close interrelation with the development of the bank crediting and the increase of economic activity, which leads to the growth of GDP (Werner, 2016).

Several types of banking systems are distinguished in the history of the development of banking systems of different countries; these are a centralized monobank system; a two-tier banking system (Central bank and system of commercial banks); a unique decentralized banking system – US Federal Reserve System; a three-tier banking system (Kovalenko, 2015). A two-tier banking system has been formed in Ukraine, based on the principles of regulation and control by the first tier (central bank) towards the second tier (commercial banks of different forms of ownership, specialization and sphere of activity). Such a system is typical of most developed countries with a market economy (Great Britain, Austria, Germany, France, Japan).

S. Arzhevitin specifies the following key aspects of the banking crisis in Ukraine as of 2016: the destruction of trust as a key institution of economic and financial development of the society, system vulnerability and uncertainty of property rights, structural imbalances in the economy, lack of monetary and economic sovereignty, critical reduction in the impact of the banking system of

Ukraine for the development of the real sector, the inadequacy of monetary, foreign exchange and banking regulation given the current crisis. The author emphasizes the necessity to develop a totally new strategy for the development of the banking system of Ukraine (Arzhevitin, 2016).

V. Mishchenko and S. Naumenkova describe drivers of the process and methods of bank consolidation and capitalization, including through the use of M&A and P&A transactions. The authors focus on the improvement of bank rehabilitation and financial restructuring procedures, identify the main areas of a decline in the share of distressed assets of banks through the use of “bridge-bank” and “bad-bank” mechanisms (Mishchenko & Naumenkova, 2016).

S. Kirova analyzes the consequences of introducing a banking union into the EU. This union is based on two components: the Single Supervisory Mechanism (SSM) and the Single Resolution Mechanism (SRM). The author substantiates that the creation of a banking union in the European area contributed to increasing the stability and level of capitalization of the banking system, improving risk regulation. Positive changes have taken place against the backdrop of lower profitability, as there remains a high proportion of problem loans (Kirova, 2017).

N. Petria, B. Capraru, and I. Ihnatov argue that the level of development of the EU27 banking system, and in particular, the profitability of banks are affected by two large groups of factors: bank-specific (internal) factors (bank size, level of credit exposure, etc.) and industry specific and macroeconomic (external) factors (the effect of local market structure, level of competition, GDP per capita, inflation rate) (Petria et al., 2015).

Analysis of the latest research and publications shows that the scientific community is currently investigating problems of identifying and managing systemic risks in the banking sector. It is primarily explained by the global challenges in the financial sector, which the economies of the majority of developed countries face with. Ukraine, as a participant of the world economic community, is also exposed to the impact of external destabilizing factors that deepen the crisis situation both in the economic and banking systems.

The European integration vector of development was chosen by the Ukrainian government as a priority for the national economy. The comprehensive program for the development of the financial sector of Ukraine until 2020 involves ensuring sustainable

economic development by means of effective redistribution of financial resources in the economy based on the creation of a fully competitive environment in accordance with the EU standards. It is obvious that the banking system is a key element in this process and the paradigm for its development requires a separate research.

Materials and methods

In order to solve individual problems various methods were used, among them statistical and economic method (for analyzing the current state and trends of functioning of the banking system of Ukraine); the method of comparative analysis (for the study of economic categories, methods of evaluation, ways and areas of development of the banking sector); method of analogy (for determining the prospects of functioning of banking institutions); tabular and graphical methods (for processing and generalization of data, displaying them in figures and tables); correlation-regression analysis (for constructing a model of the influence of the banking system on the development of the state's economy); the Monte Carlo simulation model (for forecasting key parameters of the development of the banking system of Ukraine), etc.

Results and discussions

In recent years, the central and commercial banks of Ukraine have worked under the emergency conditions. Against the background of social and political, financial and economic crises reinforced by military actions in the East, the central bank (National Bank of Ukraine – NBU) has begun the reformation of the monetary regulations and the banking system of Ukraine. The main efforts of the NBU were aimed at curbing the inflation, increasing the intrinsic value of hryvnia and clearing the banking system of troubled commercial banks. A number of instruments were used by the central bank to stabilize the situation in the banking sector of the country, including the regulation of the official bank rate, intervention in the foreign exchange market, change in the size of mandatory reserve, etc.

During 2013–2017, the National Bank of Ukraine changed the official bank rate several times (figure 1). Changing the official bank rate is an important signal for commercial banks to establish interest rates on deposits and loans. It affects the value of loans granted to commercial banks by NBU. The higher it is, the more expensive refinancing loans are, and therefore the loans that banking institutions

offer to their clients are more expensive as well. Accordingly, the number of borrowers decreases. The decrease in lending to individuals negatively affects the demand for those goods and services that are

mostly purchased on credit. Consequently, manufacturers refrain from increasing production, and sellers from price raising due to low demand.

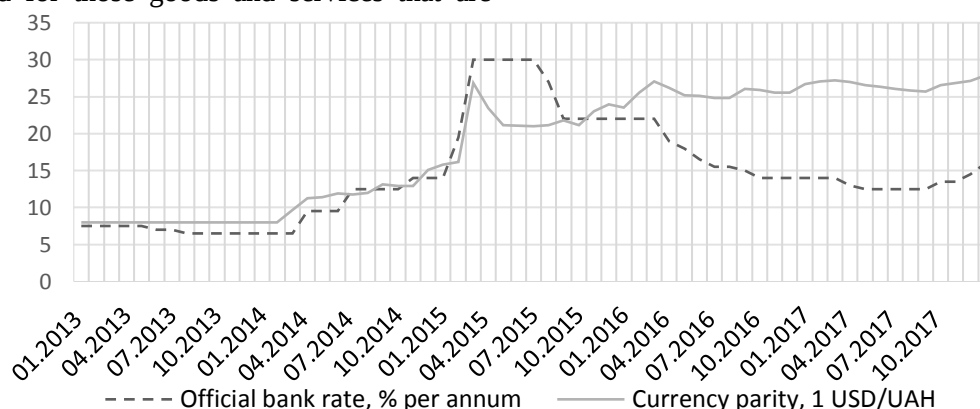


Figure 1. Dynamics of the currency parity and the level of the official bank rate of the NBU

Source: data from the NBU.

An instrument that has a significant impact on the resource provision of commercial banks and the stability of the economy as a whole are interventions in the foreign exchange market. The NBU carries out inter-bank foreign exchange regulation through the accumulation of international reserves, flattening out the operation of the foreign exchange market and the change of the key interest rate. In 2014, the National Bank began the process of transition to a new monetary strategy – the mode of inflation targeting. Its first step was the abandonment of the fixed exchange rate and the use of the average weighted market rate.

The first reaction to such measures was the depreciation of the national currency unit (hryvnia) and the loss of a part of the accumulation of international reserves of the state (figure 1). Restrictions on the foreign exchange market and tough monetary policy were able to somehow curb the fall of the hryvnia. Cooperation with the International Monetary Fund provided an increase in international reserves and a cover of a significant part of the deficit of the state budget of Ukraine. However, it influenced the growth of debt obligations.

Not least important instrument of the monetary policy of the central bank is the required reservation of a part of funds attracted by commercial banks in the form of deposits. In recent years, the amount of mandatory reserve was 6.5 % for funds on current accounts and 3 % for fixed-term deposits of legal entities and individuals.

The effectiveness of the implementation of monetary policy in the country depends not only on

the tools used by the central bank, but also on its internal potential. Thus, during 2013–2017, the National Bank of Ukraine carried out an annual increase in the value of assets. This situation, above all, was due to the growth of the portfolio of government securities. The NBU became the nominee holder of 99.5 % of all Ukrainian securities. In addition, in 2016 the National Bank of Ukraine received 716 million in special drawing rights (SDR) within the framework of the Extended Fund Program (EFF). At the same time, the size of the loan portfolio of the central bank reduced by almost 2 times, which is determined by a decrease in loan debts and a share of impaired loans.

During 2013–2017, the central bank managed to increase its equity by 2.3 times. The NBU increased its total reserves and reserves for revaluation of assets and liabilities, which account for 99 % of the equity and 10 % of the total capital. The liabilities of the National Bank increased in terms of the available balance on the accounts of state and other institutions, deposit certificates, liabilities to the International Monetary Fund. At the same time, there was a reduction of the available balance on accounts of commercial banks.

During the investigated period, the NBU had profit. Its main sources were interest income and gain on foreign exchange, which are the results of the revaluation of monetary assets and liabilities due to the changes in the official exchange rate. At the same time, during 2013–2017, the amount of interest expenses of the central bank increased by 11.7 times and amounted to UAH 11.6 billion in 2017. This

situation is associated with an increase in payment of deposit certificates and repayment of obligations to the International Monetary Fund.

As for the activities of commercial banks, during 2013–2017 they were carried out in the context of reforming the banking system and improving the level of risk management. The National Bank of Ukraine was actively implementing measures to support banking stability. In 2015–2016, a large-scale stress testing of the banking system took place. The test results showed that 21 of the 60 audited banks do not need any recapitalization, 9 of them completed their three-year recapitalization plans ahead of

schedule, 4 banks need to be withdrawn from the market, and the others may work according to the schedule. In 2016, the amount of recapitalization of banking institutions was UAH 108 billion.

In 2017, the number of operating banks decreased by 54.4 % (table 1). One of the reasons for this decrease was their weak financial position. Among the reasons of non-financial nature, the following should be noted: violations of requirements for financial monitoring, non-transparent ownership structure, conflicts of interests of bank owners, inability of shareholders to increase authorized capital and, consequently, self-liquidation.

Table 1. Dynamics of clearing the banking system of Ukraine of troubled banks, entities

Indicator	2013	2014	2015	2016	2017
Number of banks in register	182	182	182	182	177
Number of operating banks	180	158	120	99	82
Number of banks at the stage of liquidation	2	24	62	83	95
Number of banks with foreign capital	49	51	41	38	38
including with 100 % foreign capital	19	19	17	17	18

Source: Author's calculation in the NBU.

Structural changes in the banking system were aimed at increasing the financial stability of commercial banks. In 2015, the National Bank of Ukraine announced the plans to gradually introduce new requirements for bank equity. The adoption of this decision was determined by the need to implement a progressive European experience and to converge on the standards of equity management Basel III and the EU Capital Requirements Directive (CRD IV), which proved to be effective. Thus, as of January 1, 2019 the standard of equity adequacy for banks will be introduced at the level of 7 %. The achievement of this level of adequacy is provided for

by the Memorandum of Cooperation between Ukraine and the IMF.

As a consequence, during the period 2013–2017, the authorized capital of commercial banks grew by 2.65 times (table 2). 2014 was characterized by the withdrawal of troubled banks from the market and the reduction in the total authorized capital of banking institutions. The trend to increase the authorized capital of banking institutions has been restored since 2015. As a result, the authorized capital of 1 bank amounted to about USD 6 billion. However, its size remains low due to the significant devaluation of the national currency, low quality of the loan portfolio and the growth of currency risks.

Table 2. Dynamics of the equity of commercial banks in Ukraine

Indicator	2013	2014	2015	2016	2017
Equity, UAH mln	192 599	148 063	94 914	116 434	157 364
Growth rate of equity, %	23.9	-23.1	-35.9	22.7	35.2
Share capital, UAH mln	183978	179 208	212 921	311 745	488 218
Growth rate of share capital, %	54.2	-2.6	18.8	46.4	56.6
Correlation between share capital and equity, %	95.5	121.0	224.3	267.7	310.2
Average amount of share capital per 1 bank, UAH mln	1022.1	1134.2	1774.3	3148.9	5953.9

Source: Author's calculation in the NBU.

Owing to the systemic unprofitability of banking institutions, the correlation between their authorized and equity was non-proportional. During 2013–2017, the adequacy of regulatory capital declined from

18.26 % to 16.1 %. It is established that the higher the value of the indicator of adequacy of regulatory capital is the greater is the share of risks for the bank owners. And conversely, the lower the value of the

indicator is, the greater is the share of risk taken by the bank lenders and depositors. It should be noted that in countries with transition economies this indicator exceeds 40 %, and in developed countries 80 %.

The insufficient level of capitalization of Ukrainian banks is one of the reasons for their low

competitive ability in the world market. Although this indicator fluctuates within the regulatory value (10 %), commercial banks should intensify their activities in order to increase the amount of their equity. It is also necessary to note the trend to reduce the share of equity in the gross domestic product of Ukraine (figure 2).

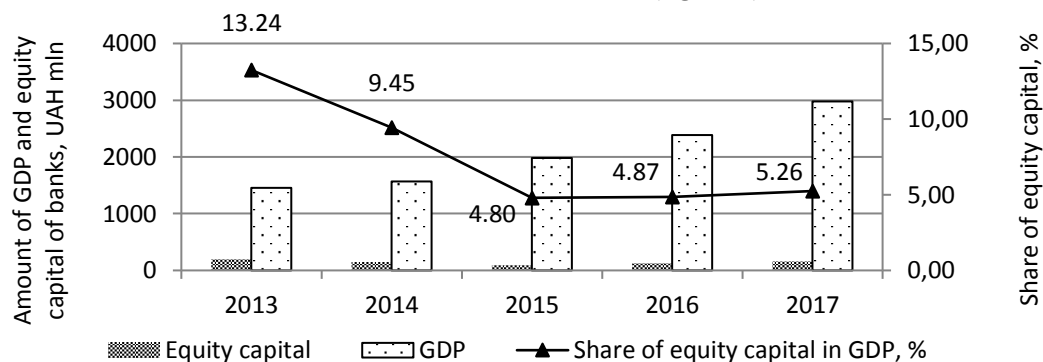


Figure 2. Dynamics of the share of equity of Ukrainian banks in the gross domestic product, UAH mln
Source: data from the NBU and Ministry of Finance of Ukraine.

The financial results of the operation of commercial banks also had ambiguous trends. In 2013, banking institutions had a profit of UAH 1.436 million. During 2014–2016 they worked with significant losses, which were reduced to UAH 25699 million by the end of 2017. During the investigated period, commission expenses and commission income of banking institutions increased significantly, while interest expenses and interest income were reduced (figure 3). This trend is explained by a considerable outflow of deposits both from individuals and legal entities, and a

simultaneous reduction in lending operations. The share of funds received on securities increased in interest income, in particular, owing to state and deposit certificates of the National Bank, while interest income from lending decreased. This indicates a change in the nature of the functioning of the Ukrainian banking system, namely the transition from the fulfillment of the traditional functions of the banking sector related to ensuring the redistribution of funds between depositors and creditors to the concentration of its activities on servicing the financial flows of the state budget.

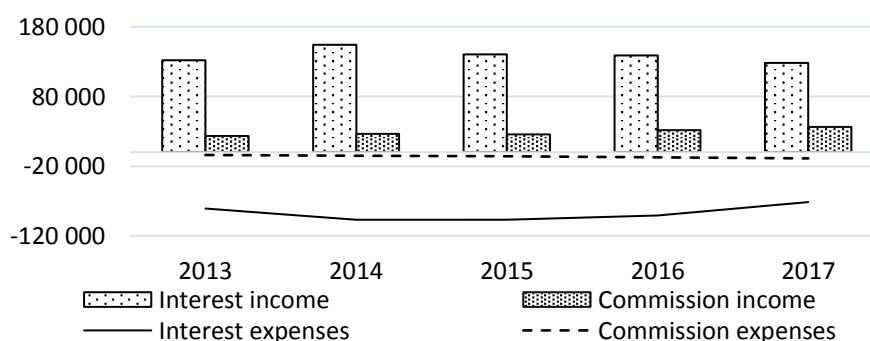


Figure 3. Interest and commission incomes and expenses of the commercial banks of Ukraine, UAH mln

Source: data of the NBU.

Consequently, owing to reforms in the banking system of Ukraine, it was possible to overcome the great bulk of problems that prevented its healthy development. The situation in the banking sector has stabilized due to the restoration of the funding base,

the recognition of the real quality of assets and the implementation of capitalization programs by virtually all large banks. Currently, banks have sufficient level of equity and liquidity to resume lending to the economy. However, in the short term

prospective, the failure of individual large banks to implement capitalization programs remains the main risk to the financial stability of the banking system. The resolution of the problems of capital shortages by sizeable banking institutions is necessary in order to ensure the stability of the financial sector in the long term prospective.

The functioning of the banking sector depends on the factors that are formed on the micro-, meso- and macro-levels of the state economic system. Micro-level factors are usually manageable and depend on certain national, regional or internal management features of each individual banking institution. Among them, the decisive influence on the state of the banking system of Ukraine is exerted by: the volume of active operations in the market of banking services in general and each commercial bank in particular. It depends on the size of equity and the needs of the economy in credit resources. The more capital is formed, the greater is the capacity of the credit market. At the same time, the more credit resources customers need, the greater is the amount of capital that banks are required to form; the specific character of the bank customer base. The specialization of banks in servicing individual customer groups requires the intensification of assets and risk management. The lack of diversification in the allocation of resources requires additional control and security measures; the type and level of risk of active operations. Similar high-risk operations require more equity and, conversely, a diversified loan portfolio or a prevalence of low-risk operations makes it possible to increase own resources of the bank moderately.

Meso-level factors, which characterize the peculiarities of the organization of interconnections of a certain set of banking institutions, include: the amount of the discount rate. It directly depends on the policy of the NBU in the field of monetary regulation and affects the volume and price of credit resources; the volume of the reserves. It determines the volume of reserves of commercial banks on risk active operations, which increases the reliability and stability of the banking system; currency parity. It is regulated by the NBU and has a decisive influence on the resource provision of individual banks and the stability of the economy as a whole; the NBU regulations. They allow for ensuring the reliability and stability of the banking system.

Macro-level factors, which are formed at the national or international levels, have an impact both

on the banking system as a whole and on every commercial bank in particular. It is expedient to include here: inflation rate. It affects not only the money supply, but it is also closely related to the price for money resources, amount of capital, the strengthening of the functional responsibilities of all banks related to ensuring the stability of the national currency unit; GDP level. It shows the level of development of the domestic economy and, in turn, reflects the needs of economic entities for development resources; foreign debt. It characterizes the state debt obligations to non-residents in relation to repayment of borrowed funds (principal debt) and interest on them, which as a result affects foreign exchange operations and positions of commercial banks; level of development of the banking system of Ukraine. It is calculated as the ratio of total assets to GDP and indicates the effectiveness of banking regulation, the activity of economic entities and the level of development of the state economy; level of development of the securities market in Ukraine. It displays the investment attractiveness of the economy and the ability of capital for long-term savings.

The modern paradigm of the development of the banking system of Ukraine should be aimed at successful overcoming of existing problems and achievement of economic growth. To a certain extent, this will depend on the accuracy of the forecast of the results of work and the level of development of the banking system in Ukraine. Taking into account the trends established in the course of research concerning the functioning of the banking sector and the achievement of these goals, the Monte Carlo simulation model was applied.

This method is based on the use of simulation models that allow for the creation of a certain number of scenarios that are consistent with the specified restrictions for a particular scenario. The simulation of the movement trajectory of the indicators of development of the banking system takes place according to the chosen stochastic process. The model is based on the assumption that changes taking place in the banking sector are described by the geometric Brownian motion, that is within the already recorded trends.

In order to simulate possible scenarios for the development of the banking system, an initial data set (table 7) was formed; it serves as the basis for forecasting the outlined parameters for the foreseeable future.

Table 7. Initial data for forecasting

Indicator	Pessimistic assumption	Optimistic assumption
Amount of equity (E), USD mln	4345.879	16198.4
Financial result of the operation of banking institutions (FR), USD mln	0	9.356
Banking system assets (A), USD mln	49170.22	175727.9
Volume of nominal GDP (GDP), USD mln	90615	183310

Source: own representation.

The following indicators were used as estimates: the volume of equity of commercial banks (E), the volume of the banking system assets (A) and the volume of nominal gross domestic product (GDP). Their minimum and maximum values are the factual data for the corresponding indicators that were recorded during 2008–2017. In addition, the value of the possible financial result of the banking institutions

(FR) was calculated according to the polynomial function of 5th order: $y = -0.0049x_5 + 0.1832x_4 - 2.4013x_3 + 13.553x_2 - 31.735x + 21.577$. This equation was obtained as a result of the trend selection according to the indicators of 2008–2017 with the most accurate graphic representation and the highest level of confidence of approximation (figure 5).

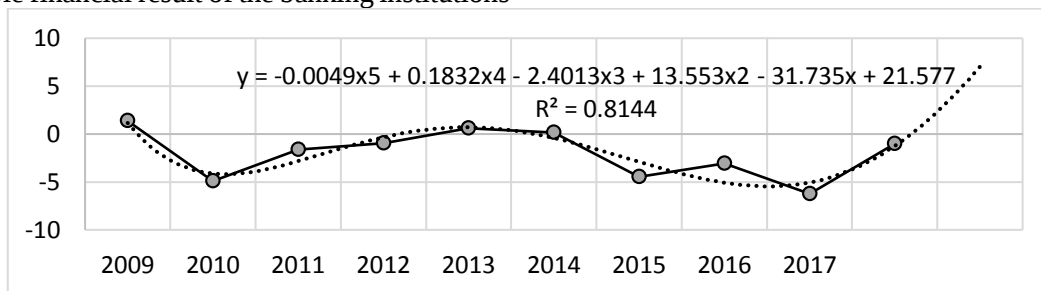


Figure 5. Exponential trend of 5th order of the amount of net profit of the banking system of Ukraine, USD mln

Source: own representation.

Such mathematical dependencies are used in the forecast model: the ratio of profit (loss) to equity for calculating the profitability ($P = FR/E$); the ratio of the banking system assets to GDP for determining the development level of the banking system

($DL\ BS = A/GDP$). By generating 500 random situations in the Microsoft Office Excel application software package, we get the values of the selected indicators (table 8) with the corresponding mathematical and statistical characteristics (table 9).

Table 8. Forecast parameters

No	E	FR	P	A	GDP	DL BS
1	11538	1	0.01	138360	179123	77.24
2	13474	6	0.04	64571	101928	63.35
3	15371	1	0.01	173103	162576	106.48
4	7249	2	0.03	115387	144168	80.04
5	4494	9	0.20	54910	124469	44.12
.....						
496	11545	1	0.01	168191	178282	94.34
497	13293	2	0.02	56564	131783	42.92
498	13024	8	0.06	61488	157008	39.16
499	13396	6	0.04	153453	91641	167.45
500	10650	4	0.04	106820	118466	90.17

Source: own representation.

The analysis carried out by the Monte Carlo method allowed for obtaining the value of the expected indicators and the distribution density of these random variables.

Table 9. Final values of the forecast

No	Indicator	E	FR	P	A	GDP	DL BS
1	Standard deviation	3371.49	2.90	0.04	37851.19	26640.48	33.20
2	Variation coefficient	0.32	0.66	0.80	0.34	0.19	0.40
3	Pessimistic forecast (minimum criterion)	4392.00	0.00	0.00	49283.00	90722.00	29.10
4	Optimistic forecast (maximum criterion)	16189.00	9.00	0.20	175669.00	183173.00	186.75
5	Most probable forecast (average value)	10539.76	4.38	0.05	110463.07	139634.85	82.25

Source: own representation.

Thus, the pessimistic forecast showed the magnitude of the planned indicators while preserving the trend of the minimum development of the banking system that has existed for the last three years. The optimistic forecast reflected the magnitude of the planned indicators for preserving the current trend of maximum development. The average value illustrated the most probable situation according to the chosen parameters of the development of the banking system of Ukraine. Consequently, the mathematical apparatus allowed for isolating the levers of the stabilization of the banking system and its steady development in accordance with the outlined parameters.

At present, the national banking system is functioning in the context of Ukraine's integration into the European Community. The priority of such a vector is the protection of the banking system from the negative influence of external factors and strengthening the positions of domestic banks in the financial market in order to ensure successful economic transformations and financial security of the state. The basis for such transformations may be a clear and realistic paradigm with the outlined priorities, goals, tasks, and the stages of its implementation.

The paradigm for the development of the banking system of Ukraine is based on the strategic goals set by the National Bank of Ukraine. These are low and stable inflation; sustainable, transparent and efficient banking system; renewal of lending system; effective regulation of the financial sector; financial inclusion; modern, open, independent, efficient central bank. Thus, the priority for the development of the banking system of Ukraine is the creation of a powerful mechanism for the operation of banking

institutions that is capable of ensuring sustainable economic development in the state at the expense of quality servicing and efficient redistribution of financial resources based on the development of a full-fledged competitive market environment in accordance with international standards.

The most important tasks for the development of the banking system in accordance with the European integration processes, national needs and interests are: effective redistribution of capital; quality bank services; sufficient level of competitiveness; complying of the domestic banking system with the international standards; financial accessibility (inclusion).

Effective redistribution of capital is aimed at ensuring the financial sufficiency of economic entities, curbing inflation, applying optimal interest rates, increasing deposits and loans. Achievement of price stability is a difficult challenge for the NBU, since the inflation rate in the country is influenced by the factors uncontrolled by the central bank. They include the activity of economic agents, the openness of the economy, the monopolization of individual markets, the high degree of dollarization of settlements and savings, etc. In contrast to the high discount rate of the NBU, the establishment of optimal interest rates will promote the active development of business entities and the economy as a whole. Deposit growth is the basis for resource provision of lending, which is needed for a qualitative renewal of economic entities.

Quality banking services can increase credibility in the entire banking system. The familiarization with and launch of a variety of innovative and up-to-date products on the market can be a way to attracting new customers or reviewing relationships with the former.

Sufficient level of competitiveness of both the NBU and commercial banks will ensure the stability of the banking system. Creating a modern, competitive European central bank can take place through its internal transformation. Such a bank will more effectively regulate the banking sector, stimulate its development, and will ensure the transparent and secure use of financial services. Raising the competitive ability should be initiated by commercial banks as well and will depend on their performance.

The complying of the domestic banking system with international standards opens up the possibility of integrating the Ukrainian banking system into the European financial space for attracting international capital. Harmonization of Ukrainian standards with international ones is aimed at increasing the stability of the banking system, improving the quality of risk management and preventing criminal actions in the financial sector.

Financial inclusion characterizes the level of availability of basic financial services for the majority of the population. This is about the availability of basic financial services into which the World Bank includes money transfers and payments, savings services, lending, insurance services.

Implementation of the paradigm for development of the banking system of Ukraine should be implemented in three stages. The first stage – recovery – is aimed at urgent stabilization of the work of banking institutions. The second stage – activation – involves the formation of a permanent mechanism for the functioning of the banking system, capable of ensuring sustainable economic development in the state. The third stage – international integration – aims to ensure the integration of Ukrainian banking system into the European financial space and further increase in the stability of the banking system.

Conclusions

The theoretical and methodological model for the development of the banking system of Ukraine is substantiated. The established trends in the development of the banking system of Ukraine showed that in recent years the work of the central and commercial banks of Ukraine was carried out in emergency mode, connected with the liquidation of troubled banks, outflow of funds from deposit accounts, reduction of active operations of banking institutions, decrease of the share of equity of commercial banks in gross domestic product of Ukraine, systemic unprofitability of the banking

sector, etc. In order to stabilize the situation in the banking sector of the country, the NBU used a number of monetary regulation instruments: discount rates, interventions in the currency market, the size of mandatory reserve, etc.

It was established that the situation in the banking sector has somewhat improved due to the restoration of the fund base, the recognition of the real quality of assets and the implementation of capitalization programs by virtually all large banks. Currently, banks have sufficient capital and liquidity to resume lending to the economy. However, in the short run, the main risk for the financial stability of the banking system remains the failure of individual banks to implement capitalization programs. The resolution of the problem of capital shortages by sizeable banking institutions is necessary to ensure the stability of the financial sector in the long run.

It was proved that the micro-level (the volume of active operations in the market of banking services, the specific character of the customer base of the bank, the type and level of risk of active operations, etc.), meso-level (discount rate, size of reserve, exchange rate, norms of the NBU and others) and macro-level factors (inflation rate, GDP, foreign debt, the level of development of the banking system of Ukraine, the level of development of the securities market in Ukraine, etc.) have a decisive influence on the development of the banking system of Ukraine. Using the methods of correlation-regression analysis, it was proved that the key indicators of the development of the banking system of Ukraine that have an impact on the development of the economy are the amount of loans issued and deposits attracted, the volume of imports, the inflation rate and the exchange rate. Given that, it was found that the volume of issued loans and attracted deposits, as well as the amount of imports contribute to the accelerated dynamics of nominal GDP. In addition, the impact of the inflation rate and the exchange rate on GDP is of long-term and prolonged nature.

It was argued that effective functioning of the banking system of Ukraine requires the formation of a clear and realistic paradigm with the outlined priorities, goals, objectives, and implementation stages. The most probable trend in the development of the banking system of Ukraine in the short term is forecasted using Monte Carlo simulation method. The most important tasks for the development of the banking system in accordance with the European integration processes, national needs and interests are

efficient redistribution of capital; quality banking services; sufficient level of competitive ability; congruency of the domestic banking system with international standards; financial accessibility (inclusion). The stages of implementation of the paradigm for the development of the banking system of Ukraine were established; these are recovery, activation and harmonious international integration.

It was generalized that the development of the banking system of Ukraine should be oriented towards the integration with the European community; liberalization of the banking services market; balance of economic interests, through the formation of a competitive market environment; independence and efficiency of the NBU, supervision on the basis of risk assessment; transparency and high standards of disclosure by members of the banking system; responsibility and trust between the participants of the banking sector and the NBU; the integrity of the banking system, the comprehensive protection of the rights of creditors, borrowers and other customers.

Consequently, all segments of the banking system – deposit and lending activities, investment and currency transactions, banking services, etc. – are in need of active improvements. The effectiveness of implementing the paradigm for the development of the banking system will be achieved through comprehensive changes in both the activities of the NBU and commercial banks. At the moment, the banking system is already in the process of reforms, and provided that certain aspects are strengthened, and in some cases, there is even reorientation to more problematic objects, one can hope for successful achievement of priorities.

References

Arzhevitin, S. (2016). Systemna bankivska kryza v Ukraini: osoblyvosti, prychyny ta shliakhy podolannia [Systemic banking crisis in Ukraine: features, causes and cures]. *Investytsiyni: praktyka ta dosvid*, 8, 16–18 [in Ukrainian].

Asanovic, Ž. (2018). An Analysis of the Determinants of Systemic Banking Crises in Southeast European Countries. *Journal of Central Banking Theory and Practice*, 2, 165–186. doi: <https://doi.org/10.2478/jcbtp-2018-0017>.

Baryshevska, I. V. & Kamashev, A. V. (2017). Bankivska systema Ukrainy: realii ta perspektyvy [The banking system of Ukraine: realities and prospects]. *Modern Economics*, 5, 6–12 [in Ukrainian].

Capraru, B. & Ihnatov, I. (2014). Banks' Profitability in Selected Central and Eastern European Countries. *Procedia Economics and Finance*, 16, 587–591. doi: [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(14\)00844-2](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(14)00844-2)

Curak, M., Poposki, K. & Pepur, S. (2012). Profitability Determinant of the Macedonian Banking Sector in Changing Environment. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 44, 406–416. doi: [10.1016/j.sbspro.2012.05.045](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.05.045).

Dema, D. & Abramova, I. (2016). Stan ta perspektyvy rozvytku bankivskoi systemy Ukrainy [State and Development Prospects of the Ukrainian Banking System]. *Oblik i finansy*, 1 (71), 83–89 [in Ukrainian].

Diachkova, Yu. M. & Shvetsova, I. V. (2018). Udoskonalennia metodiv stabilizatsii bankivskoi systemy Ukrainy v umovakh ryzykovoï ekonomiky [Improvement of stabilization methods of Ukraine banking system in the conditions of risk economy]. *Ekonomichnyi visnyk Donbasu*, 1, 53–58 [in Ukrainian].

Engle, R., Jondeau, E. & Rockinger, M. (2015). Systemic Risk in Europe. *Review of Finance*, 19 (1), 145–190. doi: [10.1093/rof/rfu012](https://doi.org/10.1093/rof/rfu012).

Chepeliuk, H. M. & Pantieliieva, N. M (Eds.). (2016). Rozvytok bankivskoi systemy v umovakh transformatsii ekonomichnoho prostoru [Development of the banking system in the context of the transformation of the economic space]. Cherkasy. [in Ukrainian].

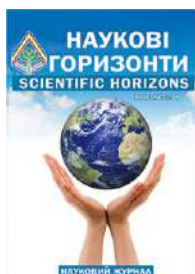
Kirova, S. (2017). The first steps toward the banking union's implementation and effects on the Eurozone banking sector. *Economic themes*, 55 (1), 25–38.

Kovalenko, V. V. (2015). Transformatsiini napriamy rozvytku bankivskoi systemy Ukrainy [Transformation directions of development of banking system of Ukraine]. *Ekonomichnyi forum*, 2, 286–295 [in Ukrainian].

Mishchenko, V. I. & Naumenkova, S. V. (2016). Bankivska systema Ukrainy: problemy stanovlennia ta rozvytku [The banking system of Ukraine: problems of formation and development]. *Finansy Ukrainy*, 5, 7–33 [in Ukrainian].

Nedilka, L. (2016). Hroshovyi rynek Ukrainy: skladovi elementy, stan ta tendentsii rozvytku [Money market Ukraine: components, status and trends]. *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahroekologichnoho universytetu*, 2 (57), 2, 140–147 [in Ukrainian].

- Petria, N., Capraru, B. & Ihnatov, I. (2015). Determinants of banks' profitability: evidence from EU 27 banking systems. *Procedia Economics and Finance*, 20, 518–524. doi: [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)00104-5](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00104-5).
- Pohorelenko, N. P. (2018). Makroekonomichni aspekty rozvytku krainy yak zovnishnii faktor stabilnoho rozvytku bankivskoi systemy [Macroeconomic aspects of state's development as an external factor of the banking system stable development]. *Naukovi zapysky Natsionalnoho universytetu «Ostrozka akademiia», Ser. Ekonomika*, 8 (36), 74–88 [in Ukrainian].
- Poledna, S., Molina-Borboa, L., Mart'inez-Jaramillo, S., van der Leij, M. & Thurner, S. (2015). The multi-layer network nature of systemic risk and its implications for the costs of financial crises. *Journal of Financial Stability*, 20, 70–81.
- Popescu, I. (2015). A Structural Analysis of Central Banks Final Objectives Prioritization. The Case of Central And Eastern European States. *Procedia Economics and Finance*, 20, 525–534.
- Natsionalnyi bank Ukrainy (2018). Pokaznyky bankivskoi systemy [Banking system indicators]. Retrieved from https://bank.gov.ua/control/uk/publish/category?cat_id=74208 [in Ukrainian].
- Natsionalnyi bank Ukrainy (2018). Stratehiia Natsionalnoho banku Ukrainy [National bank of Ukraine strategy]. Retrieved from <https://bank.gov.ua/doccatalog/document?id=64754196> [in Ukrainian].
- Werner, R. (2016). A lost century in economics: Three theories of banking and the conclusive evidence. *International Review of Financial Analysis*, 46, 361–379. doi: <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2015.08.014>.
- Yakubovskiy, S. O., Lomachynska, I. A. & Khaddad, K. B. (2018). Rozvytok bankivskoi systemy Avstrii v umovakh hlobalizatsii [Development of Austrian banking system in the conditions of globalization]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu. Ser. Mizhnarodni ekonomichni vidnosyny ta svitove hospodarstvo*, 17 (2), 148–152 [in Ukrainian].
- Zhang, D., Cai, J., Dickinson, D. & Kutan, A. (2016). Non-performing loans, moral hazard and regulation of the Chinese commercial banking system. *Journal of Banking & Finance*, 63, 48–60. doi: [10.1016/j.jbankfin.2015.11.010](https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2015.11.010).
- Zupanovic, I. (2014). Sustainable Risk Management in the Banking Sector. *Journal of Central Banking Theory and Practice*, 1, 81–100.



UDC 65.011.54:63

DESIGN OF AN AUTOMATED AGRICULTURAL ROBOT AND ITS PRIME ISSUES

B. N. Mohapatra¹, R. K. Mohapatra²

Article info

Received
29.02.2020

Accepted
24.03.2020

¹ Savitribai Phule
Pune
University,
Pune, INDIA

² Thakur College
of Engineering
and Technology
(Mumbai
University)
Mumbai,
INDIA

E-mail:
badri1.mohapatra@gmail.com

Mohapatra, B. N., Mohapatra, R. K. (2020). Design of an automated agricultural robot and its prime issues. Scientific Horizons, 03 (88), 19–25. doi: 10.33249/2663-2144-2020-88-3-19-25.

In order to understand how to improve the agriculture based production and how to increase crop performance in the right way and to understand the importance of automatization we should require the mechanism and control application. The work with this agricultural environment is very hard because of the weather like rainy season, winter and summer. The development of robot can perform different tasks and easily operate by the operator. It can perform the task like fertilizer or water sprinkler or drilling and seeding seeds. Mainly the agricultural robot has its design and construction. Different controlled law performs different kinematic tasks and should test the working model. The demand and shortage of labour forces particularly in agricultural field based on the automatization of industry for demanding of such agricultural robot or farming robot to perform smart farming.

Increasing of global population is creating demand for more amounts of food, as well as agricultural work is also highly dependent on manpower and labour. This paper finds several latest achievements from robots in terms of automatization in farming sector. As majority Indian's depends on agriculture, so it is very important to design some advanced robots and require reducing of different issues. The researcher has tried to develop the economy of the country through smart farming robots. As it is known, automatisisation increases making higher profit, so problems and issues associated with agricultural robot can be overcome with implementation of new mechanism, advanced algorithm and with modern technology in future. With the help of workshop and based on this new robot engine, this robot industry can take this agricultural industry as an ocean in some ways.

Key words: agriculture, drilling, seeding, sprinkler, proteus, automatization.

Introduction

Increasing of global population is creating demand for more amounts of food, as well as agricultural work is also highly dependent on manpower and labour. Rising population boosts have huge demand for wheat and rice (Trestle & Seeley, 2013). Rapid deterioration of working people for farming sector forces different researchers to put some important intelligence factors which can be implemented through robot automatisisation technology (Tartar, 2018; Vaccines *et al.*, (2019). Nowadays weeding robot was designed (Chen *et al.*, 2018). It was also making replacement of hard

weeding. More than 40 percentages of the people choose primary occupation in agriculture. The work of farmers recently has decreasing due to time consuming and less awareness about automatisisation and advance technology. So, the conceptual approach should carry the agricultural process (Knickel *et al.*, 2009).

Actually there should be more and more robots. So that it can hold all kind of mechanical tools for handling the harvesting part of soil. Basically robot can be used as moving vehicle where one can use as conventional ways to spray. Normally someone should think about exact planning before it will be on the working field. So that robot can easily decide

where the plants are and where the robot is allowed to move. So good planning is important. More modern equipment is invented which can help the massive spray in a larger field. Sprinkler can be used normally in gardens (Tangtisanon, 2019). Modular robot as well as small cheap robot can work 24×7 (Pecka & Osadcuks, 2018). Robot is an electro mechanic system where software programming takes place and can make complicated tasks easily. Applying agriculture with automatisisation will helped farmers to save time and money (Marinoudi *et al.*, 2019).

Ease of use in agriculture

Ploughing is the important process because it is the process of preparing the land for seed sowing. Depending on the types of seeds, logic is applied to the controller so that robot will get the exact instruction for the performance. For seeds there will

be seed chambers and leveller is also fitted close to the seeds of the soil. Spray of water can be possible through water pump sprayer. The basic elementary factor as planting, grafting, weeding, harvesting is made by the robot easily.

Now research also proceeds on image processing and special purpose web so that photo can be captured and robot will be ready to cut the unwanted grass in the crop field. Using sensors like moisture, temperature, humidity, one should get the proper information about how to do it and find the decision and can make better recommendation to the controller through logic implementation. One will perform because robot can work nonstop but humans need rest after some period of time. Less human power is required. Also human cannot perform to complete the work under hazardous environment (fig. 1).

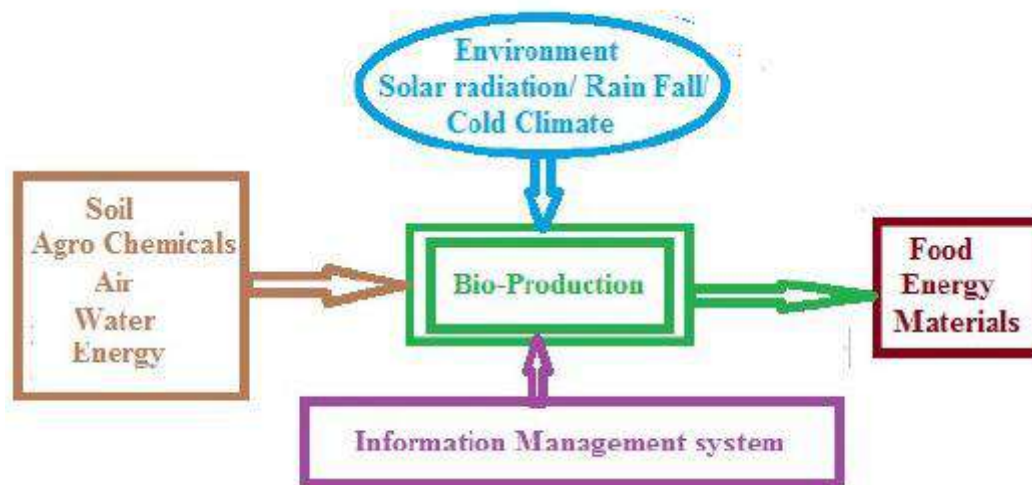


Fig. 1. Agricultural production systems

Through automatisisation ploughing, seeding, fertilizing, weeding, harvesting and spraying are made easily. To reduce the manpower by utilizing robot does the task easily with saving time. Modern agriculture and farms operations will work on sophisticated technology such as smart sensors, smart robots with additions artificial intelligence and big data analysis. All these advanced technologies are safer, efficient and more profitable and environmentally friendly. Figure 1 shows the overall agricultural production system (Friedrich *et al.*, 2017).

Figure 3 shows that man can utilize the innovative ideas either in terms of IOT, bluetooth, android based, raspberry or voice based control to the agricultural robot for performing well in farming industry. Solar power irrigation system is also helpful

for the agricultural system (Jadhav *et al.*, 2016; Mohapatra *et al.*, 2018; Mohapatra *et al.*, 2019).

Prototype model of agricultural robot

Robot usually has parts like sensors, drive or actuator, controller and end effectors. Normally sensors send the information to the controller and controller, which is brain of the robot, will give right instruction to the robot. Actuator normally produces motion and for this someone can use any kind of motors like pneumatic, stepper, DC or servo motor as the required application. Simple robot can follow the steps shown in figure 2 for basic work in agriculture. Figure 4 and figure 5 have a sharp rod position at the back side of the robot of prototype and solid work model has figure 6 and 7. It has the ability to fissure in the ground due to the controller instructions. Seeds

can be planted as it comes from the funnel. A water tank is connected with tubes and motor pumps for sprinkling. Here we are using DC motor and the operation of robot as a prototype model which is shown in the figure 6 as well as in figure 7.

Metallic piece can be used for fertilizer by giving the exact command to the controller then it will act due to the field size and its direction.

Simulation result

Here we are implemented a simple coding for *PIC18f4550* and run the robot. For that purpose we need *L293D* motor driver circuit. *PIC18f4550* can be used as model design and implementation (Buji *et al.*, 2019).

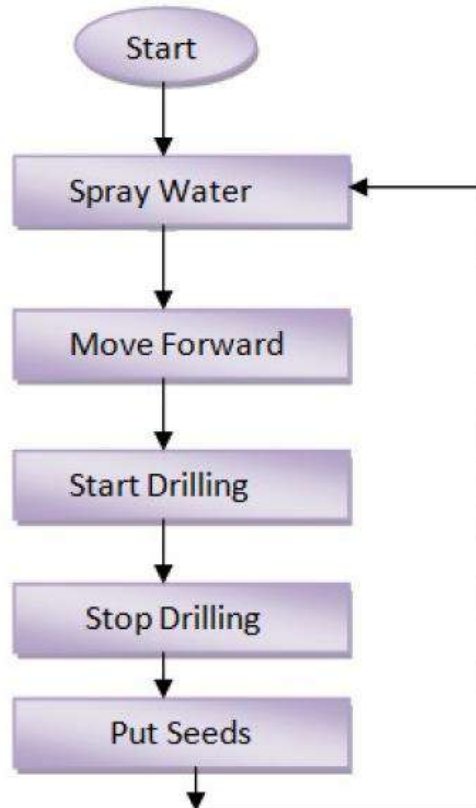


Fig. 2. Basic design flow of a robot in farming

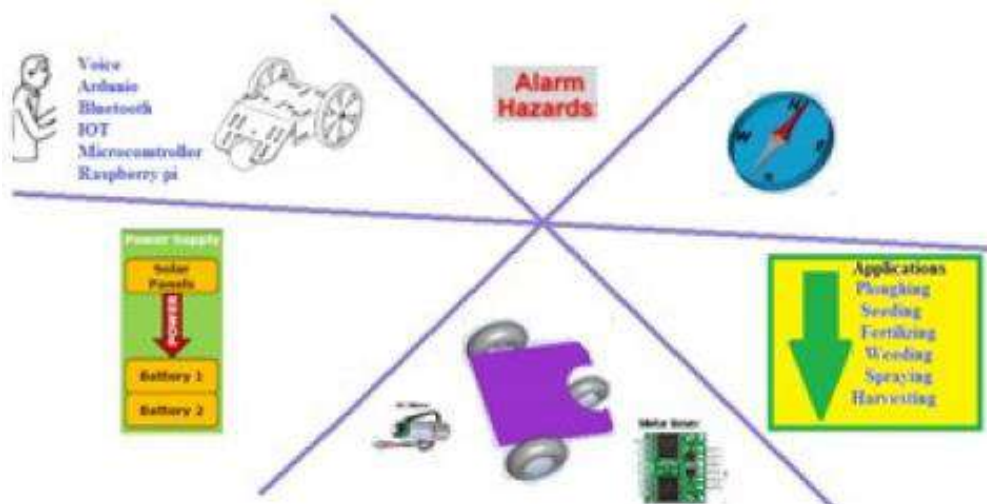


Fig. 3. Basic design flow of a robot in farming

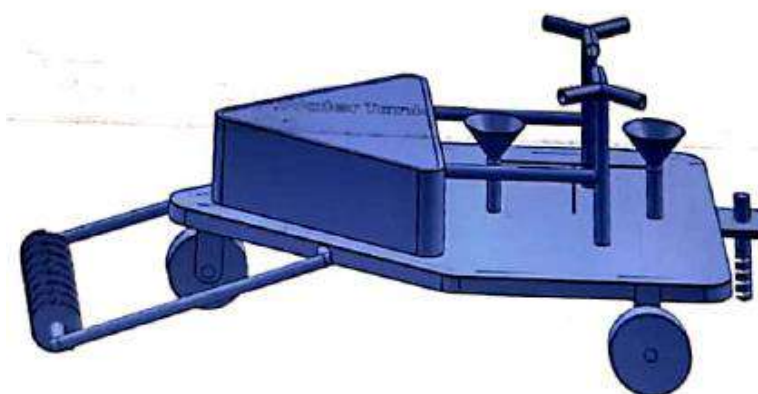


Fig. 4. Robot has tools like sprinkler, drilling, fertilizer

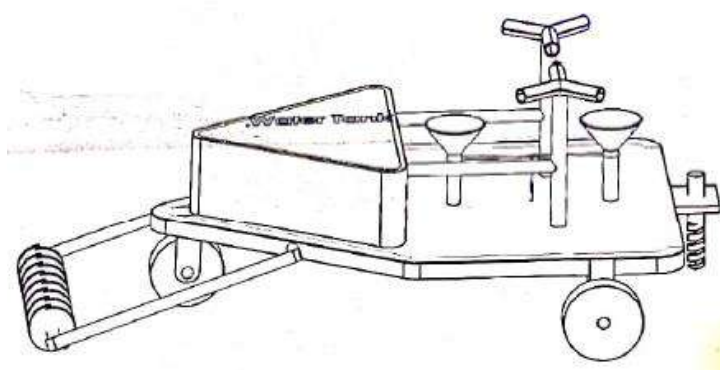


Fig. 5. Solid work design for robot structural view

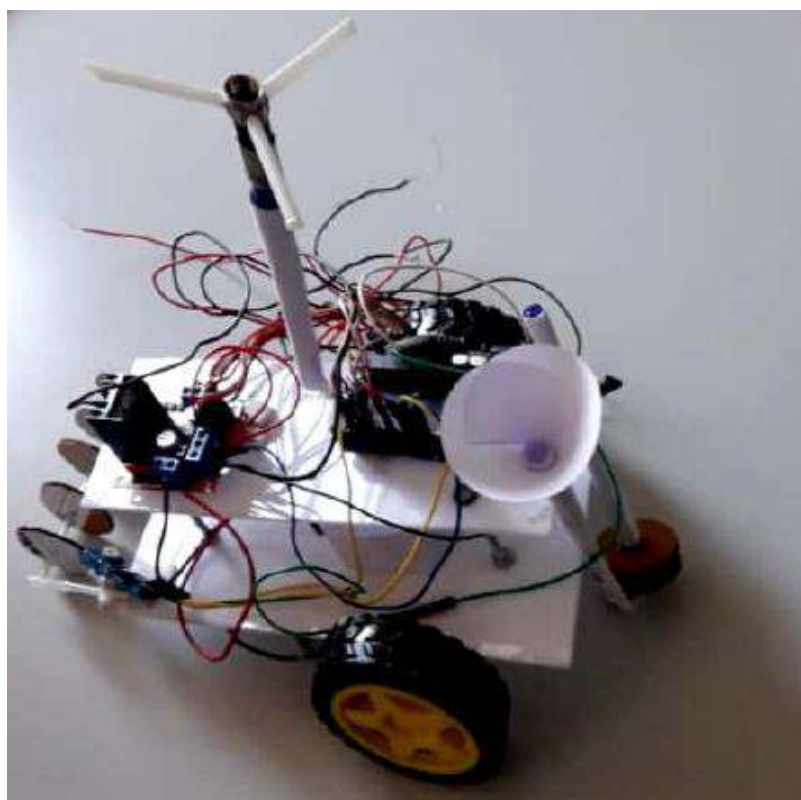


Fig. 7. Side view of prototype model

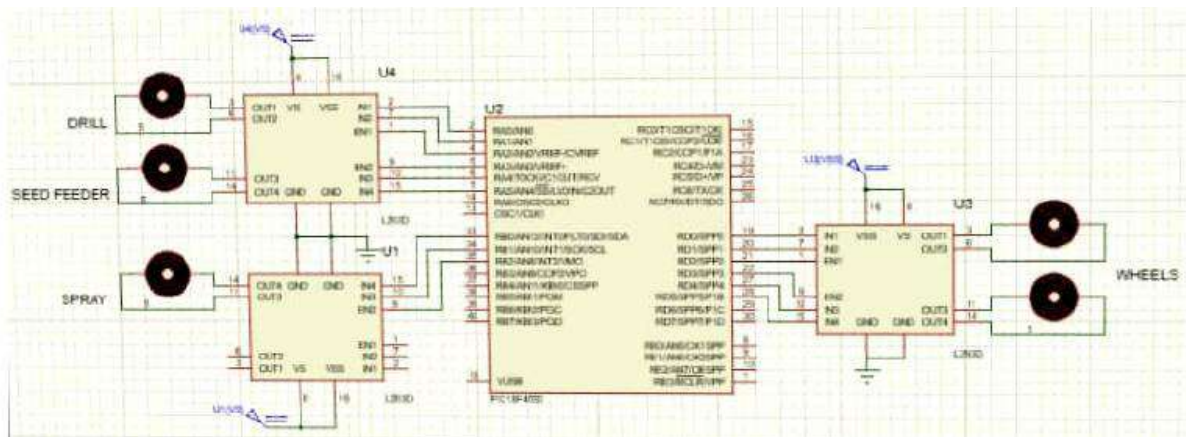


Fig. 8. Proteus schematic capture

Microcontroller is an inexpensive, easy handling, low cost and low power consumption. Also it is more flexible. It has 40 pin counts and its operating voltage is 2 to 5.5 volt (Nor Ayuni Abdu Maid, 2013). Weed detection also can be possible by agricultural robot (Bhong *et al.*, 2020). Microcontroller also plays a

vital role either in terms of position or in terms of tracking. Table I shows that robot farming system has a lot of advantages in comparison of traditional methods. Based on tracing method one can easily implemented the line follower while seeding in agriculture (Mohapatra *et al.*, 2019).

Table 1. Basic comparisons on methods used in farming

Main parameters	Traditional vs tractor vs robot		
	traditional	tractor	robot
Man power	more	moderate	less
Speed	slow	high	very high
Time require	more	less	less
Energy require	high	very high	less

Robot technology has really helped to improve productivity of food production. Also there are certain challenges and issues (Berducat, 2018; Velontrasina *et al.*, 2019). There are even some special type of security issues in IOT based system (Nayak *et al.*, 2020). The main factor in India is expensive (Bangar *et al.*, 2019). There are some issues for this utomatisation like handling the product output as fruits as its shape varies from time to time. If there will be some unstructured environment or an object may require changing the instructions then user must know how to solve that situation. Even if the robot machine size will be very large then the ground pressure goes up but the plants do not need the ground pressure. Due to the ground pressure, it is not suitable for plants growing. So, the size and the weight should be minimum. Sometimes GPS based controlled machines crushed farm land and makes it more tightly. While the robot is working, if there will be rain then there will be chance to stop the process. So the system of controlling transport used in the robot

needs safety prevention. Sometimes the prise can also effect to the poor farmer, as either they have to purchase or they could take the rent of the equipment. In some cases the farmer may ask the instructor if the situation is unusual. For specific purpose special tools or modules can be utilized in farming industry. But someone should know everything about the sensor placement, battery placement or the oil requirement. Sometimes knowledge of these advanced robot technology may not help operators or users. Normally agricultural or farming robot needs repetitive decisions for emergency work as it is only sensed by the sensors and controller gives all instructions to the robots. No doubt that multi imaging system, high resolution cameras, GPS monitoring system are not unique set of challenges but designer should focus on several factors. The robot should be operated in different environmental condition with special issues on obstacle avoidance and path planning, again weed crop classifications, fruit quality estimation, compactness of the soil.

Discussion

Normally small farmers get adopt this new robot technology in the agricultural industry. It should be of great interest when farmer will be free from driving tractors. The farmers cannot work for a long time. This kind of robot can help them in production of crops. Also small number of people is interested in farming work. To income a good amount of money farmers usually leave the farms and go into the cities. The advanced version of robot technology can assist the farms by simple learning of mechanism of driving the tractor without driving. Specifically the advancements of artificial intelligence, Internet and smart robots can have the capabilities to have enough evolutions in agriculture. The research may help to find what kind of nutrient will be require to the soil for better crop production as well as robot can detect and regulate the accurate quantities.

Conclusion

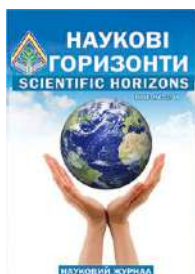
As for the different field layouts and looking at the different environment, the robot should be configurable (its size and shape). Also it should be based on crop variety, maturity and its size. It must ensure that will move in a safe motion and it must be protect from the environment. As environment changes a lot so we have came up with satellite map to the robot system for its running. By utilizing some new methods someone can do this. The 3D structure, perspective view and stereo vision can make more novelty to the robot system. As advancement of technology the robot may have the abilities to fit in terms of size, softness, colour of the product.

The systematic approach for the overall process which includes determination of the intensive level applied. This specific design is required for agricultural robot for performing by looking for process with keeping eyes on prise benefit analysis. As the future prospect, further implement can make all farming mechanism incorporate with automatic operation with keeping as low cost as a crucial factor so that excellent mass production could reduce its cost with some extent. As it is known, automatisisation increases making higher profit, so problems and issues associated with agricultural robot can be overcome with implementation of new mechanism, advanced algorithm and with modern technology in future. With the help of workshop and based on this new robot engine, this robot industry can take this agricultural industry as an ocean in some ways.

References

- Bangar, S., Shelar, P., Alhat, P. & Budgular, R. (2019). Multipurpose Agricultural Robot. *International journal of innovative research in technology*, 6 (7), 105–108.
- Berducat, M. (2018). Some challenges to address in order to target the second generation of agricultural robots. *MCG 2018 6th International Conference on machine Control and Guidance* (pp. 5–11). Berlin.
- Bhong, V. S., Waghmare, D. L., Jadhav, A. A., Bahadure, N. B., Bhaldar, H. K. & Vibhute, A. S. (2020). Design farming robot for weed detection and herbicides applications using image processing. In *Techno-societal 2018*, Proceedings of the 2nd International Conference on Advanced Technologies for Societal Applications (pp. 413–422). Springer.
- Buji, A. B., Mshelia, Y. P., Ibrahim, A. G. & Sarki M. A. (2019). Model design, simulation and control of a robot arm using a microcontroller. Retrieved from https://www.academia.edu/39355397/MODEL_DESIGN_SIMULATION_AND_CONTROL_OF_A_ROBOTIC_ARM_USING_PIC_16F877A_MICROCONTROLLER.
- Chen, L., Karee, M., He, L., Wei, Yu. & Zhang Q. (2018). Evaluation of a levelling system for a weeding robot under field condition. *IFAC-Papers Online*, 51 (17), 368–373.
- Friedrich, T., Drench, R. & Assam, A. (2017). Overview of the global spread of conservation agriculture. In Etingoff, B. (Ed.). *Sustainable development of organic agriculture* (pp. 75–90). Palm Bay, Florida : Apple academic press. doi: <https://doi.org/10.1201/9781315365800>.
- Jadhav, S. & Hambarde, S. (2016). Android based automated irrigation system using raspberry. *International journal of science and research*, 5 (6), 2345–2351. doi: <http://dx.doi.org/10.21275/v5i6.NOV164836>.
- Knickel, K., Brunori, G., Rand, S. & Proost, J. (2009). Towards a better conceptual framework for innovation processes in agriculture and rural development: from linear models to systemic approaches. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 15 (2), 131–146. doi: <https://doi.org/10.1080/13892240902909064>.
- Marinoudi, V., Sorensen, C. G., Pearson, S. & Bochtis, D. (2019). Robots and labour in agriculture. A context consideration. *Bio systems engineering*, 184, 111–121. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2019.06.013>.

- Mohapatra, B. N., Husain, K. U. J. & Mohapatra, R. K. (2019). Implementation of a line follower robot using microcontroller. *International journal of innovative technology and exploring engineering*, 9 (2), 2155–2158.
- Mohapatra, B. N., Mohapatra, R. K. & Panda, P. (2019). Path guidance system for blind people. *International journal of open information technologies*, 7 (5).
- Mohapatra, R. K., Mohapatra, B. N., Nandwana, A., Singh, N., Mishra, A. & Yadav S. (2018). Solar power based irrigation system. *International journal of technology*, 8 (1), 16–22.
- Nayak, P., Kavitha, K. & Rao, C. M. (2020). It enabled agricultural system applications, challenges and security issues. *Analytics for agriculture*. 139–163. Springer.
- Nor Ayuni Abdu Maid (2013). Autonomous fire protection robot with notification. (PhD thesis). University Tun Hussein Onn Malaysia.
- Pecka, A. & Osadcuks. V. (2018). Conceptual design of modular multi functional agricultural mobile robot. *Research for rural development*, 1, 202–206. doi: 10.22616/rrd.24.2018.031
- Tangtisanon, P. (2019). Small gardening robot with decision-making watering system. *Sensors and Materials*, 31 (6), 1905–1916. doi: <https://doi.org/10.18494/SAM.2019.2176>.
- Tartar, A. (2018). Farming for freedom: the shackled Palestinian agricultural sector. In Zurayk, R., Woertz, E. & Bahn, R. (Eds.). *Crisis and conflict in agriculture* (pp. 144–156). Beirut : American University of Beirut.
- Trestle, R. & Seeley, R. (2013). Developing countries dominate world demand for agricultural products. Retrieved from <https://www.ers.usda.gov/amber-waves/2013/august/developing-countries-dominate-world-demand-for-agricultural-products/>.
- Vaccines, J. P., Kantor, G. A. & Aunt Cheein, F. A. (2019). Human-robot interaction in agriculture: A survey and current challenges. *Bio systems engineering*, 179, 35–48. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2018.12.005>.
- Velontrasina, I., Payet, D. & Courdier, R. (2019). Regulation function for agent adaptation issues in ambient environment. In *Proceedings of the 11th international conference on computer modelling and simulation* (pp. 246–249). New York : Association for Computing Machinery. doi: <https://doi.org/10.1145/3307363.3307376>.



UDC 342.5:351.712

EXPLICATION OF THE CONCEPT OF «PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP» IN PUBLIC ADMINISTRATION THEORY

O. Zakharina, E. Khodakivskii, V. Iakobchuk

Article info

Received
05.02.2020
Accepted
11.03.2020

Zhytomyr
National
Agroecological
University
7, Staryi Blvd,
Zhytomyr, 10008,
Ukraine

E-mail:
ovzakharina@
ukr.net;
nau_dilovod@
i.ua;
valentya.iakobchuk
@gmail.com

Zakharina, O., Khodakivskii, E., Iakobchuk, V. (2020). Explication of the concept of «public-private partnership» in public administration theory. Scientific Horizons, 03 (88), 26–33. doi: 10.33249/2663-2144-2020-88-3-26-33.

In the current context of decentralization, there is an urgent need for structural change and closer interaction between public authorities, private business and civil society institutions. To satisfy social and economic needs of the region by means of pooling public and private sector resources is possible through public-private partnerships. The purpose of the study is to clarify the theory, to reveal the essence of the concept of "public-private partnership" as a category of public administration. In order to achieve this goal, the theoretical aspects of defining the concept of "public-private partnership" at different levels of generalization have been explored. It has been proved that the scientific paradigm of the category "public-private partnership" is in its infancy. The lack of unified approach to the nature of the studied category is emphasized. The comparative analysis of the points of view of domestic and foreign scientists on the definitions of "public-private partnership" and "public-private partnership" has been carried out. Based on the transdisciplinary approach, the dialectical interrelation of the categories has been substantiated, the place and role of public-private partnership in public administration has been determined. Based on the generalization of the categories proposed by modern researchers, three methodological approaches to the definition of the studied category are proposed. Emphasis is placed on the author's vision of the category of "public-private partnership" as a multifunctional concept that integrates paradigmatic, institutional and system-functional approaches. It is promising to search for the increase of institutional capacity of government, private business and civil society institutions to form and implement public-private partnership projects. Further research should focus on international practices of managing territories and communities, as well as implementation of socially significant projects on the basis of partnership between government, business and the public.

Key words: public-private partnership, category, public administration, state, private partner, civil society.

ЕКСПЛІКАЦІЯ ПОНЯТТЯ «ДЕРЖАВНО-ПРИВАТНЕ ПАРТНЕРСТВО» В ТЕОРІЇ ПУБЛІЧНОГО УПРАВЛІННЯ

О. В. Захаріна, Є. І. Ходаківський, В. П. Якобчук
Житомирський національний агроєкологічний університет
бульвар Старий 7, м. Житомир, 10008, Україна

В сучасних умовах децентралізації виникає гостра необхідність в структурних змінах і більш тісній взаємодії публічної влади, приватного бізнесу та інститутів громадянського суспільства. Ефективно вирішити соціальні та економічні потреби регіону шляхом об'єднання ресурсів

державного та приватного секторів можна за рахунок державно-приватного партнерства. Метою дослідження є теоретичне уточнення, розкриття сутності поняття «державно-приватне партнерство» як категорії публічного управління. Для досягнення мети було досліджено теоретичні аспекти визначення поняття «державно-приватне партнерство» на різних рівнях узагальнення. Доведено, що наукова парадигма категорії «державно-приватне партнерство» знаходиться у стадії становлення. Наголошено на відсутності єдиного підходу щодо сутності досліджуваної категорії. Проведено порівняльний аналіз точок зору вітчизняних та зарубіжних вчених дефініцій «публічно-приватне партнерство» та «державно-приватне партнерство». На основі трансдисциплінарного підходу обґрунтовано діалектичний взаємозв'язок категорій, визначено місце і роль державно-приватного партнерства в публічному управлінні. На основі узагальнення пропонується сучасними дослідниками категорій запропоновано три методологічні підходи до визначення досліджуваної категорії. Зроблено акцент на авторському баченні категорії «державно-приватне партнерство» як багатофункціональному понятті, який об'єднує парадигмальний, інституційний та системно-функціональний підходи. Перспективним є пошук підвищення інституційної спроможності представників влади, приватного бізнесу, інститутів громадянського суспільства з питань формування та реалізації проєктів державно-приватного партнерства. В подальших дослідженнях слід приділити увагу міжнародним практикам управління територіями, громадами, реалізації суспільно значущих проєктів на засадах партнерства влади, бізнесу та громадськості.

Ключові слова: державно-приватне партнерство, категорія, публічне управління, держава, приватний партнер, громадянське суспільство.

Вступ

Державно-приватне партнерство є одним з механізмів реалізації політики модернізації економіки України та вирішення важливих соціально-економічних проблем. Висока його ефективність, як форми взаємодії держави та бізнесу, доведена досвідом багатьох країн світу. Наразі актуалізувались об'єктивні обставини для розвитку механізмів державно-приватного партнерства і в Україні. Так, з одного боку, реалізація масштабних проєктів у різних секторах економіки потребує значних інвестиційних ресурсів, потужним джерелом яких може стати саме приватний бізнес. Водночас в умовах післякризового розвитку зростає інтерес бізнесу до державної підтримки, яка дозволить знизити ризики приватних інвестицій, підвищити надійність інвестиційних проєктів для кредитних організацій. За таких умов, на нашу думку, саме державно-приватне партнерство здатне забезпечити адекватну реакцію соціально-економічних систем на появу викликів сьогодення, забезпечуючи залучення в економіку приватних інвестицій, підвищення якості товарів і послуг, зростання конкурентоспроможності вітчизняного виробника. Все це, в результаті, сприятиме формуванню інноваційної економіки. Не можна не відзначити і той факт, що в умовах функціонування партнерських відносин з'являються нові ефективні базові моделі фінансування, зазнають суттєвих змін стосунки

власності, розвиваються більш прогресивні методи управління. Формування інноваційних відносин в державно-приватному партнерстві безпосередньо пов'язане з перетвореннями інституціонального середовища.

Теоретико-методологічні основи вивчення теорії державно-приватного партнерства в економічній літературі сформували Боуф П., Йоханссон Ф., Карлоф Б., Кейнс Дж., Коуз Р., Менкен Г., Мотт М., Портер М., Прусак Л., Рікардо Д., Рол М., Самуельсон П., Сміт А., Франк В., Фрідмен М., Шарп У. та інші. Дослідження вчених мало визначальний вплив на формування і розвиток теорії взаємодії влади і бізнесу.

Значний внесок у дослідження механізму державно-приватного партнерства зробили Абалкін Л., Варнавський Б., Дерябіна М., Вілісов М., Грищенко С., Залознова Ю., Запатріна І., Павлюк К., Попович Д., Тараш Л., Шилепницький П. та ін. дослідники. Вивчення питань розвитку інфраструктури в галузях соціальної сфери з використанням механізму державно-приватного партнерства є об'єктом дослідження житомирських колег (Aleksandrova & Dovgaliuk, 2019). Одним з напрямів вивчення механізму державно-приватного партнерства є аналіз його впливу на забезпечення інвайронментальної безпеки на рівні держави та підприємства (Mashchenko, 2018).

Загальновідомо, що в Україні розвиток партнерських відносин держави і бізнесу

знаходиться на початковій стадії, зокрема не сформовано інститути та інституціональне середовище державно-приватного партнерства. Це зумовлює необхідність експлікації державно-приватного партнерства як категорії публічного управління, визначення його ролі в розвитку суспільства.

Матеріали та методи

Метою статті є теоретичне обґрунтування інтегрованого підходу до змісту поняття «державно-приватне партнерство» в теорії публічного управління.

Аналіз дослідження сутності державно-приватного партнерства базується на працях провідних вчених у даній галузі, аналітичних звітах державних і громадських економічних інститутів та міжнародних фінансових організацій, законодавчих й нормативно-правових документах щодо регулювання партнерських відносин.

Дослідження проводилось із застосуванням методів історико-економічного та семантичного аналізу. Водночас синергетичний підхід став підґрунтям аналізу й визначення сутності та економічного змісту категорії «державно-приватне партнерство», а також обґрунтування елементів механізму реалізації державно-приватного партнерства в Україні.

Результати досліджень та обговорення

Прийнято вважати, що наукова парадигма категорії «державно-приватне партнерство» (далі – ДПП) знаходиться у стадії становлення. При цьому, державно-приватне партнерство – не новий винахід сьогодення. Так, співробітництво між публічним і приватним секторами для створення, забезпечення і управління інфраструктурою, особливо транспортною, має давні традиції в багатьох країнах світу. Історія успішних проєктів державно-приватного партнерства в Бразилії, Іспанії, Італії, Франції, Канаді, Мексиці, США і низці інших країн налічує кілька століть (Zaloznova et al., 2016).

Теорія даного феномену сформувалася в середині XIX ст. А початок її активного використання на практиці припав лише на 90ті роки минулого століття. Разом із тим, нині серед науковців немає єдності у трактуванні самого поняття. В науковій літературі зустрічаються різні терміни, що позначають дану форму взаємодії держави та бізнесу: «державно-

приватне партнерство», «публічно-приватне партнерство», «приватна фінансова ініціатива». Так, відповідно до міжнародних стандартів, у цій галузі та практики провідних економік світу, за кордоном етимологію поняття «*Public Private Partnership*» (PPP) пов'язують із англійським словом «public» (публічний, громадський, державний) і розуміють безліч взаємопов'язаних громадських інститутів, що реалізують владні повноваження і впливають як побічно, так і прямо на суспільне життя країни. По суті в якості публічного партнера в закордонній практиці часто виступають не лише органи державної влади, але й органи місцевого самоврядування, потужні громадські організації та благодійні фонди. Між іншим, у Великобританії застосовується одночасно як термін PPP, так і терміни «приватна фінансова ініціатива» (*Private Finance Initiative – PFI*) та «приватне інвестиційне партнерство» (*Public Investment Partnerships – PIP*).

У працях українських науковців найчастіше використовується поняття «державно-приватне партнерство», що відповідає сучасній тенденції об'єднувати поняття «державний» і «муніципальний» в поняття «публічний». Це пов'язано, по-перше, з тим, що в країнах, де недостатньо розвинуті інститути громадянського суспільства, пропозиції про партнерство, як правило, надходять від органів державної влади чи місцевого самоврядування. За таких умов термін «державно-приватне партнерство» більш чітко відображає провідну роль держави. По-друге, така ініціатива більш однозначно сприймається українською громадськістю. І по-третє, зміст поняття «державно-приватне партнерство» визначений і закріплений Законом України «Про державно-приватне партнерство» (*Law of Ukraine...*, 2010). Водночас, як зазначає І. Запатріна, наявність громадського інтересу є однією з головних ознак, що вказує на можливість ідентифікації проєкту з ДПП. Захист суспільних інтересів повинен бути основою для прийняття рішень відповідними виконавчими державними органами (Zapatrina, 2010). В цілому ДПП передбачає, що держава запрошує бізнес структури брати участь у реалізації суспільно важливих проєктів і програм.

Існування різноманітних варіацій назви одного й того ж механізму ускладнює формування загального поняття ДПП і обмін досвідом у цій сфері. Проте, незважаючи на різні

визначення, всі вони розкривають сутність партнерських відносин державного і приватного секторів економіки, заснованих на спільному використанні ресурсів для реалізації спільних проєктів з метою досягнення цільових орієнтирів сторін. Відповідно до цього можна говорити про певний діалектичний зв'язок низки категорій, в яких розкривається сутність державно-

приватного партнерства як категорії публічного управління.

В табл. 1 нами виділено основні підходи до змістовної наповнюваності поняття «державно-приватне партнерство» та узагальнено найбільш актуальні теоретичні напрацювання вітчизняних і зарубіжних вчених у даному напрямку.

Таблиця 1. Підходи до змістовної наповнюваності поняття «державно-приватне партнерство» в науковій літературі

Нормативний акт, автор	Дефініція
1	2
<i>I. У контексті формування парадигмальних засад ДПП в Україні</i>	
Сорокіна Н.	Концепція, яка еволюційним шляхом змінює відносини між владою і бізнесом, переходить від виражених командно-адміністративних методів управління державою до співпраці, рівному діалогу з бізнесом та суспільством, до партнерських відносин з останніми для досягнення економічного зростання та вирішення соціальних питань.
Узунов Ф.	Виділяє можливість проєктів ДПП в раціональному та ефективному використанні наявних ресурсів, використовуючи соціально-економічну, правову, організаційно-управлінську компоненти взаємозв'язку між різними суб'єктами господарювання.
Наумов Д.	ДПП як економічна, організаційна та інституційна складова у взаємодії держави і бізнесу.
Ліндер С.	Складова реформи публічного управління, яка трансформує управлінські державні функції, поглиблюючи їх інноваційними публічними інструментами управління.
Майстро С.	Співпраця між відповідними органами виконавчої влади, бізнесом та інститутами громадянськості в реалізації державної регіональної політики з метою формування конкурентоспроможності регіону та сприяння його соціально-економічного розвитку.
<i>II. У контексті інституціонального підходу</i>	
Закон України «Про державно-приватне партнерство»	Співробітництво між Україною, територіальними громадами в особі відповідних державних органів та органів місцевого самоврядування й юридичними особами, крім державних та комунальних підприємств, або фізичними особами-підприємцями, що здійснюється на основі договору ДПП та інших нормативно-правових актів.
Комітет OECD з наукової і технологічної політики	Домовленості на довгостроковій основі між державним і приватним партнером про співінвестування обмежених ресурсів виробництва: грошових ресурсів, робочої сили, основних засобів виробництва, інформації, для досягнення конкурентних переваг у сфері науки, технології та інновацій.
Економічна комісія ООН в Європі (UNECE)	Угода між різними секторами економіки в наданні публічних послуг та розвитку інфраструктури.
The World Bank Group	Юридична угода між відповідним органом виконавчої влади і бізнесом у спільній реалізації інфраструктурних проєктів.
Акінтої А.	Довготермінова угода з розвитку соціальної інфраструктури між державою і приватним партнером з відповідними обов'язками та розподілом ризиків та відповідальності.

Закінчення таблиці 1

1	2
Ходжи Г. Грейв К.	Інституційна угода між державним і приватним партнером для спільної взаємодії та взаємовигоди.
Процевський В.	Правова модель взаємовідносин між державою та внутрішнім і зовнішнім інвесторами під час реалізації проєктів ДПП з увагою на правових нормах, що регулюють дані відносини.
III. У контексті системно-функціонального підходу	
Сава Е.	Взаємодія місцевого врядування, підприємницьких структур, громади з метою вирішення соціально-економічних питань регіону, перерозподіл ролі держави й приватного сектора.
Кляйн Е. Тейсман Г.	Вигідна довготривала співпраця державного й приватного секторів з перерозподілом ризиків, витрат і прибутків.
Геррард М.	Використання державою приватного капіталу для управління активами державного сектора економіки.
Варнавський В.	Альянс між державою і бізнесом з реалізації значимих проєктів.
Вдовенко Ю.	Залучення приватного капіталу в державний сектор економіки на умовах, взаємовигідних для держави та інвесторів.
Хеммінг Р. Шварц Г.	Угода, у рамках якої приватний інвестор отримує інфраструктурний об'єкт державної власності у користування і надає відповідні послуги.
Самуельсон П.	Взаємовідносини між державним і приватним секторами, що встановлюються з метою розподілу ризиків і вигід від здійснення підприємницького проєкту.
Соснова С.	Концесійна угода, коли держава зацікавлена у приватних інвестиціях при збереженні за собою власності на об'єкт концесії.
Митрофанов О.	Механізм залучення громади до управління розвитком території.

Джерело: складено авторами.

Отже, незважаючи на наявні термінологічні дискусії та наукові розробки щодо змістовного наповнення та правил використання основних термінів у контексті впровадження парадигми державно-приватного партнерства, питання його наукового осмислення залишаються ще відкритими. Узагальнюючи викладене, пропонуємо сутність поняття «державно-приватне партнерство» розглядати через призму трьох методологічних підходів до його визначення:

1. *У контексті формування парадигмальних засад державно-приватного партнерства в Україні:* ДПП сприяє належному врядуванню шляхом забезпечення прозорості, відкритості та підзвітності діяльності у наданні публічних послуг та розвитку інфраструктури, а також через вироблення рекомендацій щодо модернізації державного управління. Такий підхід обумовлює

необхідність створення нового напрямку наукових спеціальних досліджень, пов'язаних із системою фундаментальних наукових установок, уявлень та термінів, що пояснюють та формують теоретико-методологічні основи ДПП як інноваційної моделі державного управління.

2. *У контексті використання інституціонального підходу:* ДПП є комплексом формальних та неформальних правил (законів, норм, стандартів, концепцій), що відображають нормативно-ціннісні характеристики громадянського суспільства, уніфікують зміст державно-приватного партнерства та механізмів, що регулюють його дію на практиці.

3. *У контексті використання системно-функціонального підходу:* ДПП забезпечує процес об'єктивної оцінки економічності, ефективності

та результативності управління в наданні публічних послуг та розвитку інфраструктури, реалізації урядових політик, програм чи заходів, а також правильності звітності у відповідності із чинними законами та положеннями.

Підводячи підсумок змістовного наповнення ДПП, відзначимо авторське визначення державно-приватного партнерства як системи інституційно-організованої взаємодії держави, бізнесу та громади, створеної на довготривалій і взаємовигідній основі для досягнення синергетичного ефекту на базі синтезу матеріальних і нематеріальних ресурсів цих інститутів з метою підвищення ефективності розвитку економіки регіону та зростання якості життя його населення.

Таким чином, ДПП в загальному розумінні являє собою особливий спосіб об'єднання ресурсів бізнесу і держави. При цьому, ефективно

забезпечуються інтереси громади з точки зору раціонального використання наявних її ресурсів, створюється/модернізується окремий об'єкт, що має суспільну значимість для громадськості, а також комерційне значення для інвесторів (Koroliuk, 2018).

Існування достатньої кількості фундаментальних досліджень державно-приватного партнерства свідчить про те, що процес формування наукової категорії «державно-приватне партнерство» відбувається за різними напрямками і виправдано сучасними тенденціями розвитку світової економічної системи. Разом з тим, регулювання концептуально пов'язаних з ДПП соціально-економічних відносин може бути вирішене за рахунок застосування нових трансдисциплінарних підходів у дослідженні механізму ДПП (рис. 1).

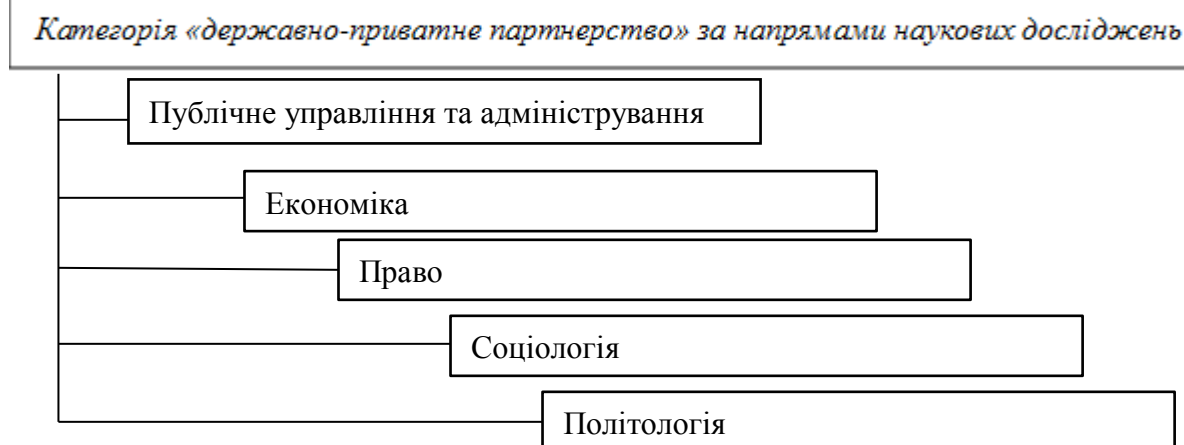


Рис. 1. Трансдисциплінарний підхід наукової категорії «державно-приватне партнерство»

Джерело: власні дослідження авторів.

У цілому трансдисциплінарність, як принцип організації наукового знання про сутність та механізм державно-приватного партнерства, відкриває всебічні можливості взаємодії комплексу дисциплін при вирішенні соціально-економічних проблем суспільства. До їх числа відноситься прагнення знайти рівновагу між фундаментальними і прикладними дослідженнями, між наукою в інтересах суспільного блага і наукою як рушійною силою комерційної діяльності. Фактично трансдисциплінарний підхід у дослідженні ДПП започатковує основу для утворення нової дисципліни зі своїми цінностями, нормами, методами, незважаючи на межі окремих дисциплін, а набуття комплексу їх знань.

Допомагає визначити категорію «державно-приватне партнерство», дати відповідь на запитання «Що це?», відобразити основні цілі й принципи формування такого партнерства, інтереси сторін-учасниць, принципові аспекти їх взаємодії тощо.

Як було встановлено вище, загальноприйнятого визначення державно-приватного партнерства не існує, проте у відповідності до Зеленої книги про ДПП, таке партнерство має свої характерні риси, які і дозволяють виділити його в самостійну економічну категорію. Так, ознаками державно-приватного партнерства є:

– адаптація проектів до місцевих умов, зокрема, регіональним. Проекти створюються під

конкретний об'єкт (інфраструктура, ЖКГ), який має бути завершений до встановленого терміну;

- модель співпраці повинна показувати основні цілі та завдання, які вирішуються партнерськими проєктами;

- специфічні форми фінансування проєктів: спільне інвестування декількох учасників, за рахунок приватних інвестицій, доповнених державними фінансовими ресурсами;

- обов'язкова наявність конкурсного середовища, коли за кожен контракт або концесію відбувається боротьба між кількома потенційними учасниками;

- специфічні форми розподілу відповідальності між партнерами: держава встановлює цілі проєкту з позицій суспільних інтересів і визначає вартісні і якісні параметри, здійснює моніторинг реалізації проєктів, а приватний партнер бере на себе оперативну діяльність на різних стадіях проєкту – розробка, фінансування, будівництво і експлуатація, управління, практична реалізація послуг споживачам;

- розподіл ризиків між учасниками угоди на основі відповідних домовленостей сторін.

Відмітимо, що необхідність розвитку ДПП пояснюється, перш за все, збільшенням соціальних зобов'язань органів влади і відсутністю коштів на розвиток стратегічних галузей економіки (житлово-комунальне господарство, соціальна сфера, транспорт, благоустрій населених пунктів, об'єкти культурної спадщини та ін.), які не можуть бути приватизовані. Так, в рамках партнерських відносин відбувається перерозподіл повноважень між державою і бізнесом, при цьому важливими умовами ефективності ДПП є ступінь участі бізнесу в реалізованому проєкті і збереження за державою власності на об'єкт угоди (Shylepnytskyi, 2011). В іншому випадку реалізація механізмів ДПП може привести до часткової або повної приватизації бізнесом об'єктів партнерства. Підставою для такого розуміння партнерства держави і бізнесу став досвід країн з розвиненою економікою, де приватним компаніям, які реалізують спільні з державою проєкти, передавалися широкі повноваження: володіння, експлуатація, будівництво, фінансування тощо. Акценти ж держави поступово зміщуються з господарських завдань з будівництва та експлуатації об'єктів

інфраструктури на адміністративно-контрольні функції.

Розкриваючи сутність поняття ДПП відмітимо ще одну важливу ознаку досліджуваної економічної категорії, а саме: розподіл ризиків між державою і приватним партнером. Мається на увазі не поділ ризиків і відповідної фінансової відповідальності, що притаманно учасникам комерційних проєктів, а переважно розподіл і покладання ризиків на того партнера, який зможе попередити або пом'якшити їх негативні наслідки. По суті державно-приватне партнерство виникає на підґрунті інституційної основи взаємовідносин держави і приватного сектора в рамках ДПП, розділенні власності державного і приватного секторів, розподілі функцій, прав, обов'язків і ризиків між державою і приватним сектором при виконанні проєкту в рамках ДПП.

Таким чином, автори дослідження розглядають категорію «державно-приватне партнерство» як систему парадигмальних зрушень відносин співпраці між державою, приватним сектором та громадськістю на основі формування ефективних інститутів партнерства, орієнтованих на посилення ініціативи місцевих влад та активну громадську позицію в реалізації програм і проєктів ДПП.

Висновки

Підсумовуючи зазначимо, що дискурс навколо державно-приватного партнерства є надзвичайно активним, як в світі, так і в Україні. Сьогодні поняття партнерства держави і бізнесу трактується багатофункціонально і не охоплюється одним визначенням. В свою чергу, відсутність єдиної наукової думки на практиці призводить до нерозуміння суспільством суті цих відносин. Більше того, в провідних країнах світу для позначення інституту ДПП (як сукупності форм взаємодії бізнесу і влади) вживається термін «публічно-приватне партнерство», підкреслюючи цим пріоритетну роль приватного сектора і громадськості у взаєминах з державою. Щодо України, то, виходячи з існуючої моделі суспільного розвитку, в більшості випадків застосовується термін «державно-приватне партнерство», який базується на провідній ролі державного сектора у відносинах з бізнесом та громадою, що потребує подальшої трансформації цих відносин з посиленням ролі та впливу громадянського суспільства на політичні рішення

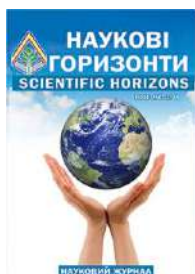
та ініціативи громади у розбудові соціальних інфраструктурних об'єктів регіону.

Узагальнення пропонованих сучасними вітчизняними і зарубіжними дослідниками категорій, вказує на існування трьох методологічних підходів до визначення державно-приватного партнерства: 1) парадигмального (ДПП як напрям наукових досліджень, пов'язаних із системою фундаментальних наукових установок, уявлень та термінів, що пояснюють та формують теоретико-методологічні основи державно-приватного партнерства); 2) інституціонального (ДПП як комплекс законів, норм, стандартів, концепцій, що уніфікують зміст державно-приватного партнерства та регулюють його дію на практиці); 3) системно-функціонального (ДПП як процес управління в наданні публічних послуг та розвитку інфраструктури).

Водночас державно-приватне партнерство як категорія публічного управління проявляється у висвітленні інституційної основи взаємовідносин держави і приватного партнера в рамках ДПП, розділенні власності державного і приватного секторів, у консолідації ресурсів, у розподілі функцій, прав, обов'язків і ризиків між державою і приватним партнером при виконанні проєкту в рамках державно-приватного партнерства.

References

- Aleksandrova, M. M. & Dovhaliuk, V. V. (2019). Derzhavno-pryvatne partnerstvo v sotsialnii sferi [Public-private partnership in the social sphere]. *Derzhavne upravlinnia: udoskonalennia ta rozvytok*, 8. doi: 10.32702/2307-2156-2019.8.23 [in Ukrainian].
- Koroliuk, T. O. (2018). Publichno-pryvatne partnerstvo yak mekhanizm zaluchennia investytsii v ekonomiku [Public-private partnership as a mechanism for attracting investment in the economy]. *Efektivna ekonomika*, 12. doi: 10.32702/2307-2105-2018.12.119 [in Ukrainian].
- Mashchenko, M. A. (2018). Derzhavno-pryvatne partnerstvo yak umova zabezpechennia invayronmentalnoi bezpeky [Public-Private Partnership as a Condition for Ensuring Environmental Security]. *Efektivna ekonomika*, 12. doi: 10.32702/2307-2105-2018.12.81 [in Ukrainian].
- Natsionalnyi instytut stratehichnykh doslidzhen (2012). Shchodo rozvytku derzhavno-pryvatnoho partnerstva yak mekhanizmu aktyvizatsii investytsiinoi diialnosti v Ukraini [On the development of public-private partnerships as a mechanism for intensifying investment activity in Ukraine]. Retrieved from <http://old2.niss.gov.ua/articles/816/> [in Ukrainian].
- Pro derzhavno-pryvatne partnerstvo [About public-private partnership]. № 2404-VI. (2010).
- Shylepnytskyi, P. I. (2011). Derzhavno-pryvatne partnerstvo: teoriia i praktyka [Public-private partnership: theory and practice]. Lviv [in Ukrainian].
- Zaloznova, Yu. S., Butenko, N. V. & Petrova, I. P. (2016). Publichno-pryvatne partnerstvo v Ukraini: stan, problemy ta perspektyvy rozvytku [Public-Private Partnership in Ukraine: Status, Problems and Development Prospects]. *Ekonomichnyi visnyk Donbasu*, 2 (44), 21–28 [in Ukrainian].
- Zapatrina, I. V. (2010). Publichno-pryvatne partnerstvo v Ukraini: perspektyvy zastosuvannia dlia realizatsii infrastrukturykh proektiv i nadannia publichnykh posluh [Public-Private Partnership in Ukraine: Prospects for Implementation of Infrastructure Projects and the Provision of Public Services]. *Ekonomika i prohnozuvannia*, 4, 62–86 [in Ukrainian].



UDC 338.43: 631.1.027

ANALYSIS OF AGRIBUSINESS DEVELOPMENT IN THE CONTEXT OF THE FORMATION OF PLACE MARKETING

O. Rusak, T. Palamarchuk

Article info

Received
06.02.2020

Accepted
11.03.2020

Zhytomyr
National
Agroecological
University
7, Saryi Blvd,
Zhytomyr, 10008,
Ukraine

E-mail:
[erusak1208@
gmail.com](mailto:erusak1208@gmail.com);
[tatyana_1702@
ukr.net](mailto:tatyana_1702@ukr.net)

Rusak, O., Palamarchuk, T. (2020). Analysis of agribusiness development in the context of the formation of place marketing. Scientific Horizons, 03 (88), 34–43. doi: 10.33249/2663-2144-2020-88-3-34-43.

The article provides the discussion of the definitions of the concept 'territorial marketing', investigation into the development of domestic agribusiness, as well as analysis of the dynamics of crop production and livestock breeding. Agricultural enterprises are differentiated regionally; and their share in terms of profitability in the total set of business structures in various fields of activity is determined. The aim of the study is to assess and analyze the modern development of agribusiness in the context of the formation of place marketing. It is stated that in recent years certain positive changes have taken place in the country's agriculture. This trend in the field of agribusiness is ensured not only by farm households, but also by individual peasant farms which have special features that determine their role and increase their value in the current context. Being engaged in specific types of economic activity, each of these types of agricultural organizations does not develop independently. They are members of several communities – manufacturers, consumers, users of machinery, institutions selling the products, veterinary services, obtaining loans, attracting investments, etc. The economic well-being of their activities is traditionally linked to the development of appropriate 'budget-forming' business entities. The constant challenges of the modern economy force agribusiness to continuously look for new opportunities to strengthen its position in the market and to introduce modern mechanisms for improving the efficiency in order to reduce the loss rate in the future.

In this regard, a mechanism for increasing the economic activity of agricultural organizations is proposed. The mechanism is based on the process of introducing place marketing in rural areas in order to attract investors and realize their goals in time. In particular: it is necessary to analyze the measures offered by different institutions, associations and individuals, to explore and use foreign experience of solving socioeconomic problems of rural areas and economic entities (marketing audit); to identify the needs and opportunities of agribusiness, its development and, accordingly, the territorial community (development of marketing); taking into account the existing priorities, to formulate a long-term and current concept of marketing of rural areas and agricultural organizations.

Key words: agribusiness development, production dynamics, regional differentiation, economic efficiency, place marketing.

АНАЛІЗ РОЗВИТКУ АГРОБІЗНЕСУ В КОНТЕКСТІ ФОРМУВАННЯ ТЕРИТОРІАЛЬНОГО МАРКЕТИНГУ

О. П. Русак, Т. М. Паламарчук

Житомирський національний агроєкологічний університет
бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

Сучасний розвиток агробізнесу вимагає нових підходів щодо вирішення питання створення сприятливих умов, необхідних для самостійної та ініціативної роботи різноманітних аграрних

формувань у сільській місцевості. У період трансформацій важливим поступом щодо вирішення такого завдання може стати територіальний маркетинг як особлива форма ефективної взаємодії економічної політики та агробізнесу. Метою дослідження є оцінювання та аналіз сучасного розвитку агробізнесу в контексті формування територіального маркетингу. До ключових завдань віднесено: аналіз динаміки виробництва продукції сільського господарства, дослідження регіональної диференціації аграрних підприємств України, виявлення особливостей та проблем їх розвитку, обґрунтування переваг залучення інструментарію територіального маркетингу в сучасний розвиток агробізнесу. Методами дослідження стали монографічний, графічний, динамічний, абстрактно-логічний, прийоми аналізу та синтезу. Розглянуто дефініції поняття «територіальний маркетинг», досліджено особливості розвитку вітчизняного агробізнесу, проаналізовано динаміку виробництва продукції рослинництва і тваринництва, проведено регіональну диференціацію аграрних підприємств та визначено їх питому вагу за рівнем рентабельності в загальній сукупності підприємницьких структур різних сфер діяльності.

Констатовано, що в останнім часом відбулися певні позитивні зрушення в сільському господарстві країни. Таку тенденцію у сфері агробізнесу забезпечують не лише фермерські, а й особисті селянські господарства, які мають характерні особливості, що визначають їх роль і підвищують значення в сучасних умовах. Будучи прив'язаними до специфічних видів економічної активності, кожен із цих типів аграрних формувань не розвивається самотійно. Вони є учасниками кількох спільнот – виробників, споживачів, користувачами техніки, інституцією зі збуту продукції, із ветеринарного обслуговування, з одержання позик, залучення інвестицій тощо. Економічне благополуччя їх діяльності традиційно пов'язане з розвитком відповідних «бюджетоформуючих» суб'єктів господарювання. Постійні виклики сучасної економіки змушують агробізнес шукати нові можливості зміцнення своїх позицій на ринку та впроваджувати сучасні механізми підвищення ефективності функціонування з метою зменшення рівня збитковості в майбутньому. У зв'язку з цим запропоновано механізм підвищення економічної активності аграрних формувань, в основу якого покладено процес впровадження територіального маркетингу на сільській території з метою залучення інвестора та реалізації своїх цілей у часі. Перспективним напрямом подальших досліджень є пошук інноваційних механізмів стійкості агробізнесу до впливу ризиків сучасної економіки.

Ключові слова: розвиток агробізнесу, динаміка виробництва, регіональна диференціація, економічна ефективність, територіальний маркетинг.

Вступ

Ефективним економічним навігатором ведення успішного агробізнесу на сільських територіях є територіальний маркетинг. Два взаємовиключні вектори розвитку агробізнесу, які з одного боку, проявляються як драйвер економіки, що здатний генерувати експортну виручку, виводити країну в лідери на світових ринках аграрної продукції, а з іншого – виступають як основа державницької політики на селі, підтримки сільських територій – потребують конкретних програм і проєктів, які б містили інноваційний підхід. Вищезазначене найкраще дозволяє вирішити технологія територіального маркетингу.

Метою дослідження є теоретико-методологічне обґрунтування основних тенденцій розвитку вітчизняного агробізнесу в контексті формування територіального маркетингу. Концепція територіального маркетингу почала розвиватися порівняно недавно. Більшість

науковців розглядають територіальний маркетинг як інструмент для розвитку різноманітних сфер діяльності. Так зокрема, Ф. Котлер, досліджуючи територіальний маркетинг у процесі підвищення привабливості регіонів, акцентує увагу на маркетингових місцях, залученні інвестицій на розвиток підприємств, регіонів тощо (Kotler et al., 2005).

Деякі автори визначають регіональний маркетинг як інтегральну діяльність у регіоні та за його межами щодо зосереджених ресурсів і можливостей їх реалізації та відтворення (Starostina & Martov, 2004). Маркетингові зусилля регіонів, які прагнуть досягти найкращих результатів у соціально-економічному розвитку, спрямовані на ефективну реалізацію основних функцій території як місця проживання, відпочинку і господарювання, покращення управління та інфраструктури, підвищення конкурентоспроможності розміщених на території підприємств. Згідно з визначенням

А. Шромніка «...територіальний маркетинг – це сукупність скоординованих дій місцевих, регіональних або загальнодержавних суб'єктів, що прагнуть прискорити процеси обміну і впливу шляхом розпізнавання, формування і задоволення потреб та сподівань мешканців» (Szromnik & Domanski, 1997). Однак такі підходи мають більш узагальнений характер. Зважаючи на те, що суб'єктами маркетингу є виробники продукту (товарів, послуг), споживачі і посередники, можна відстежити тісний взаємозв'язок між агробізнесом, розвитком громади та сільською місцевістю.

Матеріали та методи

Методологічною основою дослідження є загальноекономічні принципи та методи системного підходу до вивчення процесу формування територіального маркетингу сільських територій. За допомогою методів динамічних порівнянь здійснено дослідження основних тенденцій розвитку агробізнесу; прийоми аналізу і синтезу дозволили ідентифікувати проблеми та визначити шляхи їх вирішення; абстрактно-логічний метод використано при обґрунтуванні вибору пріоритетів механізму впровадження територіального маркетингу сільських територій у розвиток агробізнесу.

Результати досліджень та обговорення

Сучасний розвиток агробізнесу вимагає нових підходів щодо вирішення питання створення сприятливих умов, необхідних для самостійної та ініціативної роботи різноманітних аграрних формувань у сільській місцевості. Всі процеси, що відбуваються в сфері ведення бізнесу – ресурсозабезпечення, виробництво, зберігання, розподіл, збут, переробка сільсько-господарської продукції – підлягають впливу новим викликам сьогодення. Тривале і амбіційне впровадження реформ в аграрному секторі в багатьох випадках не дало позитивного результату. Гострі дискусії та перипетії навколо створення ринку землі взагалі викликають недовіру і невпевненість аграріїв у можливості реалізації середньострокових і довгострокових проектів господарювання з врахуванням вимог ефективного використання земельних ресурсів.

Незважаючи на зазначені особливості, динаміка розвитку підприємницького середовища аграрної сфери є достатньо позитивною (табл. 1). Так зокрема, впродовж останніх років спостерігалася позитивна тенденція вирощування зернових та зернобобових культур – рівень виробництва яких у 2018 р., порівняно з 2016 р., збільшився на 6 %, соняшнику – на 4 %, картоплі – на 4 %.

Таблиця 1. Динаміка виробництва сільськогосподарських культур в Україні, тис. т

Показники	Роки			2018 р. до 2016 р., %
	2016	2017	2018	
Культури зернові та зернобобові	66088	61917	70057	106,0
Соняшник	13627	12236	14165	103,9
Буряк цукровий фабричний	14011	14882	13968	99,7
Картопля	21750	22208	22504	103,5
Культури овочеві	9415	9286	9440	100,3
Культури плодові та ягідні	2007	2048	2571	128,1

Джерело: розраховано за даними Державної служби статистики України.

Привертають увагу зростання більш ніж на 28 % обсяги виробництва плодово-ягідних культур, які здебільшого вирощуються в невеликих господарствах фермерського типу чи сімейних особистих. Товарний асортимент такої продукції складають суниці і полуниці, малина, лохина, смородина, агрус та інші культури, процес вирощування яких є одним із найбільш

економічно вигідних, адже дозволяє без будь-яких бар'єрів адміністративно-дозвільного характеру започаткувати досить прибуткову справу.

Певні позитивні зрушення відбулися і в галузі тваринництва, однак призупинити скорочення поголів'я тварин до цього часу аграріям не вдалося. Підтвердженням цьому слугують дані

таблиці 2, які свідчать про спад продукування яловичини і телятини на 4,5 %, свинини – на 6 %, молока – на 3 %, вовни – на 8 %. Незначне збільшення обсягів виробництва м'яса у забійній

вазі за останні три роки обумовлене зростанням рівня виробництва м'яса птиці, баранини та козлятини.

Таблиця 2. Динаміка виробництва основних видів продукції тваринництва в Україні, тис. т

Показники	Роки			2018 р. до 2016 р., %
	2016	2017	2018	
М'ясо (у забійній масі)	2324	2318	2355	101,3
у тому числі:				
яловичина та телятина	376	363	359	95,5
свинина	748	736	703	94,0
баранина та козлятина	13	14	14	107,7
м'ясо птиці	1167	1185	1259	107,9
м'ясо кролів	12	12	12	100,0
конина	8	8	8	100,0
Молоко	10382	10281	10064	96,9
Яйця, млн шт.	15100	15506	16132	106,8
Вовна, т	2072	1967	1908	92,1

Джерело: розраховано за даними Державної служби статистики України.

Результати економічної діяльності сільськогосподарських підприємств за три останні роки є достатньо позитивними, однак рекордних їх значень 2015–2016 років не було досягнуто. Дані таблиці 3 переконливо це доводять, оскільки рівень рентабельності операційної діяльності в сільському, лісовому та рибному господарствах у 2015–2016 роках становив 41,7 % і 32,4 %, відповідно, тобто був найвищим. Однак до кінця 2017–2018 років даний показник знизився більш ніж у два рази, і становив 22,4 % і 18,3 %, відповідно.

Таблиця 3. Динаміка рівня рентабельності діяльності підприємств сільського, лісового та рибного господарств в Україні, %

Роки	Рівень рентабельності операційної діяльності підприємств	Рівень рентабельності усієї діяльності підприємств
2010	22,9	16,3
2013	11,3	8,0
2014	20,6	8,9
2015	41,7	29,5
2016	32,4	24,7
2017	22,4	16,0
2018	18,3	13,7
2018 р. до 2010 р.; ±	-4,6	-2,6
2018 р. до 2015 р.; ±	-23,4	-15,8

Джерело: розраховано за даними Державної служби статистики України.

Економічна ефективність вітчизняного аграрного виробництва наразі має чітко виражену регіональну диференціацію, що залежить як від наявних ресурсних та інвестиційних

можливостей, так і впливу решти факторів різностороннього характеру. До останніх необхідно також обов'язково віднести і регіональну спеціалізацію, оскільки в сільському

господарстві різні сільськогосподарські культури мають порівняно неоднакову рентабельність їх вирощування (Kernasiuk, 2020). Зважаючи на те, що у 2018 р. найбільшу питому вагу за рівнем рентабельності виробництва продукції



Рис. 1. Регіональна диференціація аграрних підприємств України за рівнем рентабельності виробництва соняшнику у 2018 р.

Джерело: розраховано за даними Державної служби статистики.

Порівняльна оцінка виробництва даних видів продукції свідчить про значний розмах варіації (14,7 % – соняшник, 26,7 % – зернові та зернобобові) та різну окупність витрат прибутком (рис. 1). Зокрема, найвищий рівень рентабельності виробництва соняшнику спостерігався у Черкаській області – 45,4 %, лідируючі позиції

рослинництва займали соняшник (32,5 %) і культури зернові та зернобобові (24,7 %), проранжуємо регіони країни за даним показником (рис. 1, 2).

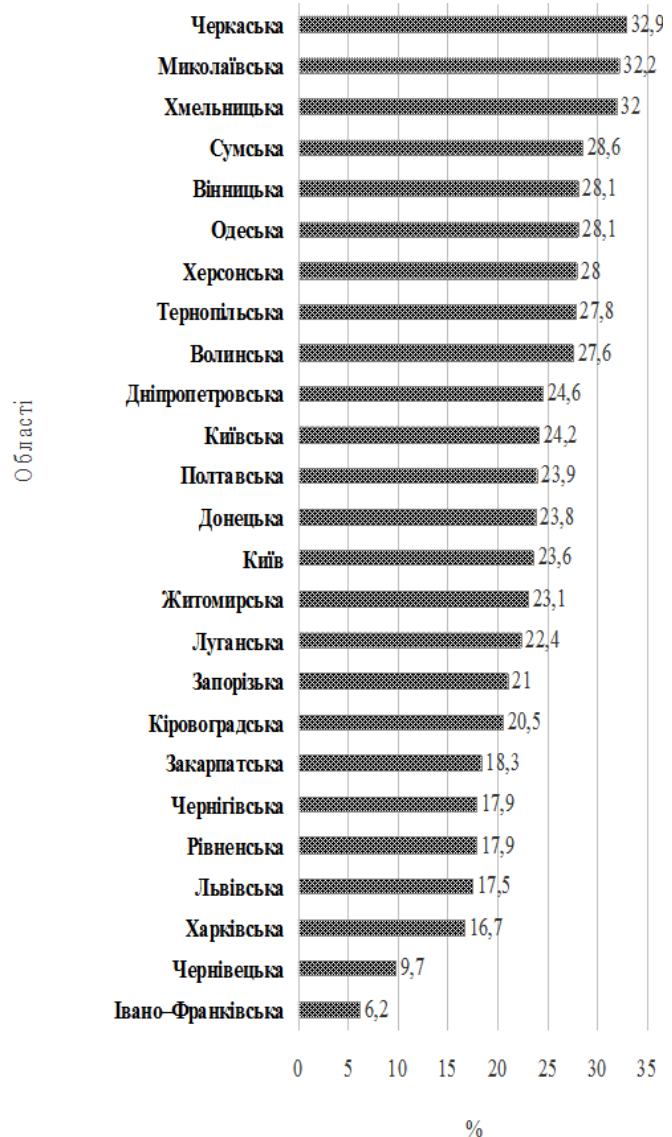


Рис. 2. Регіональна диференціація аграрних підприємств України за рівнем рентабельності виробництва зернових культур у 2018 р.

займали також Миколаївська (38,0 %), Дніпропетровська (37,8 %), Вінницька (37,4 %) області.

Найвищу прибутковість вирощування зернових культур у 2018 році забезпечили також аграрії Черкаської області, де середній рівень рентабельності їх вирощування сягнув 32,9 %. За

ними слідує аграрні підприємства Миколаївської (32,2 %) та Хмельницької (32,0 %) областей. Для більшості регіонів рентабельність виробництва зернових культур залишалася стабільною на рівні 10–30 % (рис. 2). Лише в агроформуваннях Чернівецької та Івано-Франківської областей зафіксовано доволі низький показник, що варіювався від 6,2% до 9,7 %.

Щодо галузі тваринництва, традиційно певний інтерес представляє ефективність виробництва двох стратегічно важливих напрямів діяльності – скотарства, зокрема продукування молока та свинарства (рис. 3, 4).

Ранжування різних регіонів за величиною рівня рентабельності виробництва молока у 2018 р. виявило досить несподіваних лідерів за даним показником, до яких відносяться: Волинська (30,6 %), Миколаївська (28,7 %), Дніпропетровська (24,4 %) області. Найменш успішною серед усіх областей стала Закарпатська область із рівнем збитковості 22,8 % (рис. 3).

Традиційно у вітчизняному агробізнесі низькорентабельною галуззю є свинарство. Дані рис. 4 свідчать про те, що половина областей у 2018 р. зазнали збитковості у вирощуванні свиней на забій. Найвищий її рівень був у Луганській (-27,9 %), Чернівецькій (-3,5 %) та Запорізькій (-12,7 %) областях. Тобто стає зрозуміло, що призупинити процес скорочення поголів'я свиней у більшості регіонів за останні роки не вдалося. Серед найбільш вагомих факторів, що спричинили таку ситуацію, варто окремо виділити не лише низький рівень інвестування, а й значне підвищення вартості концентрованих кормів і преміксів внаслідок загальних інфляційних тенденцій в економіці впродовж тривалого періоду часу.

Значну роль у загальній структурі ефективності діяльності галузі тваринництва відіграють підприємства з виробництва м'яса птиці. Щорічна статистика свідчить про стабільний їх розвиток та розширення географії експорту. Високий попит на продукцію забезпечує цінова політика, яка у порівнянні зі свининою та яловичиною є цілком прийнятною в складних соціальних умовах сьогодення. У зв'язку з цим, за 2018 р. в країні було вироблено 1,3 млн т м'яса птиці, що на 6 % більше, ніж за аналогічний період 2017 року. У цілому рентабельним виробництвом даного виду

продукції було в 6 регіонах включно з підприємствами, які зареєстровані у м. Києві (40,9 %). Більш ніж у два рази нижчим був показник рентабельності в аграрних підприємствах Київської (18,6 %), Харківської (17,2 %) та Кіровоградської (15,5 %) областей.

Попри збереження загального кризового стану стратегічно важливих галузей тваринництва, у цілому в країні спостерігається поступове перетворення агробізнесу із мало-прибуткового у високоефективний напрям розвитку, що відображено на рис. 5. З-поміж багатьох сфер діяльності сільське, лісове та рибне господарство знаходиться на третьому місці за рівнем рентабельності, середнє значення якого становило у 2018 році 14,1 %.

Таку тенденцію у сфері агробізнесу забезпечують не лише фермерські, а й особисті селянські господарства, які мають характерні особливості, що визначають їх роль і підвищують значення в сучасних умовах. По-перше, вони є не тільки покупцями і споживачами ринкових продуктів, але й виробниками та продавцями певної їх частини. По-друге, зберігають і відтворюють сільськогосподарські земельні ділянки, залишаючи землю наступним поколінням із поліпшеними якість. По-третє, облаштувавши свою садибу, селянські сім'ї поліпшують загальний життєвий простір односельців, а в сукупності співтовариство людей. По-четверте, ведучи безвідходне, екологічно чисте виробництво сільськогосподарської продукції, вони зберігають довкілля. По-п'яте, земельна ділянка і особисте селянське господарство – це дві взаємопов'язані категорії сільського устрою України і філософія сільського життя (Svynous, 2008).

Особисте селянське господарство (далі ОСГ) є відносно стабільним сектором економіки, який здатен до швидкої віддачі. За певної підтримки, навіть в умовах кризи, воно здатне збільшити обсяги виробництва продукції і стати стабілізуючим чинником сільськогосподарського виробництва в країні. Досить цікавим є перерозподіл функцій між ОСГ та державою. Так, якщо економічно сильнішою є держава – менше функцій залишається в ОСГ, і навпаки, чим скрутніше становище у державі, тим більше функцій в ОСГ (Lohosha, 2016).



Рис. 3. Регіональна диференціація аграрних підприємств України за рівнем рентабельності виробництва молока у 2018 р.

Джерело: розраховано за даними Державної служби статистики.

Безумовно, великі сільськогосподарські підприємства мають переваги перед дрібними господарствами, володіючи різноманітними можливостями використання у виробництві інноваційної техніки і новітніх технологій. Натомість дрібні господарства, ОСГ можуть дозволити собі це лише у разі об'єднання в кооперативи. Чимало науковців вважають недоцільним розвиток особистих селянських господарств, тому що вони є примітивними формами господарювання, які в силу дрібного розміру та низької технічної оснащеності не можуть бути пріоритетною формою господарювання, оскільки не спроможні запроваджувати



Рис. 4. Регіональна диференціація аграрних підприємств України за рівнем рентабельності виробництва свинини у 2018 р.

досягнення науково-технічного прогресу. Тому подальше збільшення частки земель у їх використанні не може вважатися стратегічним напрямом формування майбутньої організаційної структури сільського господарства України.

На думку окремих вчених, враховуючи той факт, що особисті селянські господарства (ОСГ) виробляють на сьогоднішній день значну частку валової сільськогосподарської продукції країни, «вони ще довго відіграватимуть важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки нашої держави, а тому з боку відповідних державних структур, а також науки бажано посилити до них увагу» (Onyshchenko, 2003).

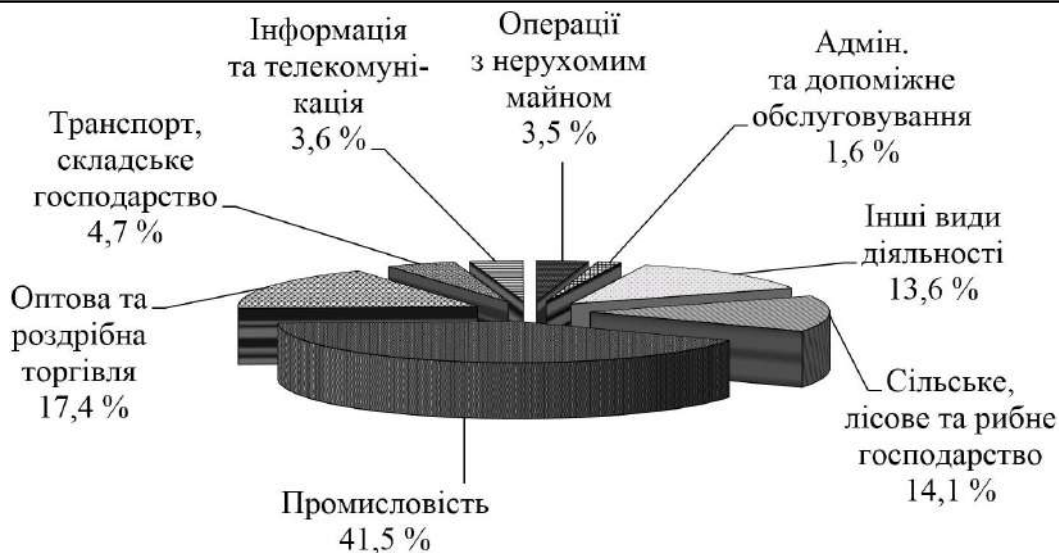


Рис. 5. Підприємства різних сфер діяльності, які одержали прибуток у 2018 році

Джерело: розраховано за даними Державної служби статистики.

Дієвим механізмом, який забезпечив би підвищення ефективності діяльності сільськогосподарських підприємств, в тому числі ОСГ, може стати територіальний маркетинг. Адже, будучи прив'язаними до специфічних видів економічної активності, кожен із цих типів аграрних формувань не розвивається самостійно. Вони є учасниками кількох спільнот – виробників, споживачів, користувачами техніки, інституцією зі збуту продукції, із ветеринарного обслуговування, з одержання позик, залучення інвестицій тощо. Економічне благополуччя їх діяльності традиційно пов'язане з розвитком відповідних «бюджетоформуючих» суб'єктів господарювання. Основним негативним аспектом, що блокує їх розвиток наразі є недостатньо розвинена система комунікацій: мережових, транспортних, соціальних тощо. Цей недолік зумовлюється як прогалинами в інфраструктурному та матеріально-технічному забезпеченні сільських територій, так і дефіцитом висококваліфікованих трудових ресурсів. Саме тому запровадження територіального маркетингу є одним із вагомих інструментів збалансованого розвитку підприємницьких структур аграрної сфери, який сприятиме підвищенню конкурентоспроможності та зміцненню позицій на ринку.

У постійному процесі пошуку та залучення інвестицій роль маркетингової діяльності в системі агробізнесу набуває вагомого значення. Тривалий час вважалося, що різні етапи його

розвитку пов'язані з ядром маркетингу – кінцевим споживачем та його незадоволеними потребами. Однак нині маркетингові інтереси багатьох вітчизняних агроформувань зміщуються в бік процесу налагодження взаємозв'язків між усіма ринковими суб'єктами, з метою максимізації корисного ефекту від їхньої взаємодії. До них відносяться і суб'єкти господарювання, ОСГ, сільська територія і ОТГ у цілому. Об'єднуючою ланкою їх успішного розвитку може стати маркетинг територій (рис. 6).

Невід'ємним елементом територіального маркетингу є вплив на думки і поведінку споживачів, тобто: створення, підтримка або зміна їх ставлення до якості сільськогосподарської продукції, привабливості і престижу території в цілому, умов життєдіяльності та ділової активності; привабливості зосереджених на ній природних, фінансових, трудових, організаційних та інших ресурсів, а також можливостей їх відтворення (Borsch et al., 2017).

Комплексне відображення таких дій проявляється у дієвості суб'єктів господарювання сільської місцевості. Формування і покращення іміджу сільських територій підвищує ділову та соціальну конкурентоспроможність аграрних формувань, розширює їх участь у реалізації міжнародних, регіональних та місцевих програм, стимулює використання ресурсів та активізує процес надходження зовнішніх та внутрішніх інвестицій.

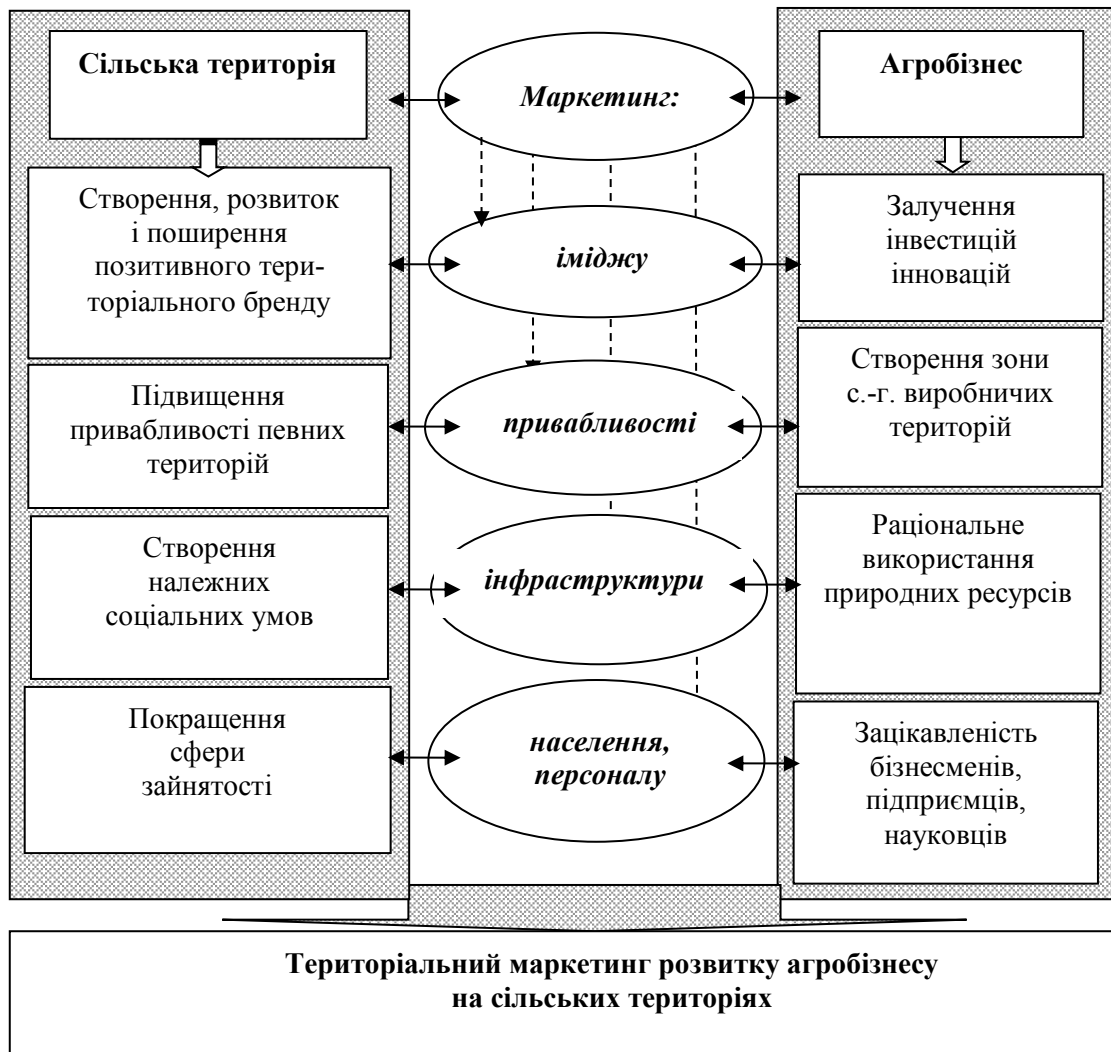


Рис. 6. Формування територіального маркетингу розвитку агробізнесу на сільських територіях

Джерело: власні дослідження

Висновки

Після аналізу сучасних тенденцій розвитку вітчизняного агробізнесу, встановлено, що в останнім часом відбулися певні позитивні зрушення як в галузі рослинництва, так і в галузі тваринництва. Однак, зважаючи на постійні виклики сучасної економіки, агробізнес змушений шукати нові можливості зміцнення своїх позицій на ринку та впроваджувати сучасні механізми підвищення ефективності функціонування з метою зменшення рівня збитковості в майбутньому.

Оптимальний алгоритм дій щодо вирішення поставлених завдань можна забезпечити за рахунок територіального маркетингу на сільських територіях, який дозволить залучити інвестора та

реалізувати свої цілі в часі. Так, зокрема:

1) необхідно провести аналіз заходів, що пропонуються різними установами, об'єднаннями та особами, дослідити та використати зарубіжний досвід вирішення соціально-економічних проблем сільської місцевості та суб'єктів господарювання (*ревізія маркетингу*);

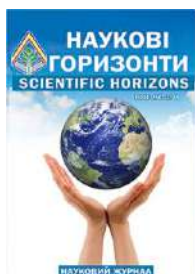
2) виявити потреби і можливості аграрного бізнесу, його розвитку та, відповідно, територіальної громади (*розробка маркетингу*);

3) визначити терміни і черговість проведення заходів щодо наявних ресурсів сільської території або територіальної громади (*розробка проекту маркетингу*);

4) з урахуванням наявних пріоритетів сформулювати довгострокову і поточну концепції маркетингу сільських територій та аграрних формувань.

References

- Kernasiuk, Yu. V. (2017). Ahroefektyvnist: rehionalnyi vymir. *Ahrobiznes Sohodni*, 14, 12–17 [in Ukrainian].
- Astakhova, I. E. (2019). Osobennosti razvitiya ekologicheskogo marketinga na predpriyatiyakh Ukrainy [Features of development of ecological marketing at the enterprises of Ukraine]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Ser. Ekonomika*, 1 (53), 82–85. doi: [https://doi.org/10.24144/2409-6857.2019.1\(53\).82-85](https://doi.org/10.24144/2409-6857.2019.1(53).82-85) [in Ukrainian].
- Borshch, H. A., Vakulenko, V. M., Hrynychuk, N. M., Dekhtiarenko, Yu. F. & Ihnatenko, O. S. (2017). Resursne zabezpechennia obiednanoi terytorialnoi hromady ta yii marketynh [United Territorial Community Resources and Marketing]. Kyiv [in Ukrainian].
- Kotler, F., Asplund, K., Reyn, I. & Khayder, D. (2005). Marketing mest. Privlecheniye investitsiy. predpriyatiy. zhitel'ey i turistov v goroda. kommuny. regiony i strany Evropy [Marketing mest. Attracting investments, enterprises, residents and tourists to cities, communes, regions and countries of Europe]. Sankt-Peterburg : Stokgolmskaya shkola ekonomiki [in Russian].
- Lohosha, R. V. (2016). Osoblyvosti diialnosti osobystykh selianskykh hospodarstv na rynku ovochiv Ukrainy [Features of activity of personal peasant farms in the vegetable market of Ukraine]. *Ahrosvit*, 22, 14–21 [in Ukrainian].
- Malik, M. Y. & Mamchur, V. A. (2019). Samozainiatist ta rozvytok nesilskohospodarskoho pidpriemnytstva na seli [Self-employment and development of non-agricultural entrepreneurship in rural areas]. *Ekonomika APK*, 4, 39–52. doi: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.201904039> [in Ukrainian].
- Mykytiuk, V. M., Palamarchuk, T. M. & Rusak, O. P. (2019). Analiz i perspektyvy rozvytku ahrobiznesu: rehionalnyi aspekt [Analysis and prospects of agribusiness development: regional aspect]. *Scientific Horizons*, 3 (76), 30–37. doi: [10.33249/2663-2144-2019-76-3-30-37](https://doi.org/10.33249/2663-2144-2019-76-3-30-37). [in Ukrainian].
- Nykoliuk, O. M., Pyvovar, P. V. & Zherybor, L. L. (2019). Riven hnuchkosti silskohospodarskykh pidpriemstv Zhytomyrskoi oblasti [The level of flexibility of agricultural enterprises in Zhytomyr region]. *Scientific Horizons*, 12 (85), 3–14. doi: [10.33249/2663-2144-2019-85-12-3-14](https://doi.org/10.33249/2663-2144-2019-85-12-3-14) [in Ukrainian].
- Szromnik, A. & Domanski, T. (1997). Marketing terytorialny - geneza, rynki docelowe i problemy oddziaływania. Lodz : Uniwersytet Lodzki.
- Onyshchenko, O. (2003). Osobysti selianski hospodarstva u poreformenomu rozvytku aharnoho sektora [Personal farms in the post-reform development of the agricultural sector]. *Ekonomika Ukrainy*, 6, 57–69 [in Ukrainian].
- Svynous, I. V. (2008). Metodolohichni aspekty traktuvannia poniattia «osobyste selianske hospodarstvo» [Methodological aspects of the interpretation of the concept of “personal peasant economy”]. *Ahroinkom*, 5, 53–56 [in Ukrainian].
- Spaskyi, H. V. & Shvets, A. A. (2019). Formuvannia ta rozvytok intehtatsii ahropromyslovoho vyrobnytstva v umovakh yevrointehratsii [Formation and development of integration of agro-industrial production in the conditions of European integration]. *Ekonomika APK*, 3, 97–107. doi: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.201903097> [in Ukrainian].
- Starostina, A. O. & Martov, S. Ye. (2004). Rehionalnyi marketynh: sut ta osoblyvosti stanovlennia v Ukraini [Regional marketing: the essence and features of becoming in Ukraine.]. *Marketynh v Ukraini*, 3, 55–57 [in Ukrainian].
- Shyian, N. I. (2019). Rozvytok skotarstva yak chynnyk formuvannia sotsialnoi efektyvnosti [Livestock development as a factor in shaping social efficiency]. *Ekonomika APK*, 2, 32–41. doi: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.201902032> [in Ukrainian].



UDC 637.115:621.517

EXPERIMENTAL STUDIES OF THE AIR INJECTOR SYSTEM OPERATING MODES OF THE MILK WASHING SYSTEM

I. Gunko, I. Babyn, V. Pryshliak

Article info

Received
07.02.2020

Accepted
11.03.2020

Vinnytsia
National
Agricultural
University
3, Sonyachna Str.
Vinnytsia,
21008, Ukraine

E-mail:
viktor.prishlyak@i.ua;
ihorbabyn@gmail.com

Gunko, I., Babyn, I., Pryshliak, V. (2020). Experimental studies of the air injector system operating modes of the milk washing system. Scientific Horizons, 03 (88), 44–53. doi: 10.33249/2663-2144-2020-88-3-44-53.

The use of modern methods of efficient purification of milking machines on livestock farms is an important way of improving the quality of milk, in accordance with the sanitary and hygienic standards of its production. In order to improve the quality of washing, we propose to use an injector that performs the function of periodically supplying air into the volume of the milk line, thereby creating significant variations in vacuum pressure and, consequently, a controlled hydraulic shock, the control of which must be carried out using automated milking systems.

As a result of scientific experimental research and production verification of the efficiency of functioning, the goal was achieved – to confirm the adequacy of theoretical prerequisites for the design and optimization of operating modes of the air injector of the milking system flushing milking plant and determine its rational dimensional characteristics. In particular, as a result of experimental studies of the modes of operation of the air injector of the milk-washing system of the milking plant, the dependence of the rate of pressure change and change of the degree of purity of the milk line on the working vacuum pressure, the volume flow rate of air through the air injector, the duration of the injection time of the air injector and the duration of the air injection were established. Thus, as the working vacuum pressure increases, the volume flow rate of the air through the air injector and the duration of the pause of the air injector, the rate of change of pressure increases. Conversely, as the duration of the injection of the air injector increases, the rate of pressure change decreases.

Experimental studies were carried out at the experimental stand on the basis of a laboratory milking machine with available upper and lower milk ducts with a flushing apparatus manufactured by OJSC “Bratslav”. Solving the compromise problem, which minimizes the value of the rate of change of pressure at the highest value of the degree of purity of the milk line obtained the corresponding rational parameters of the modes of operation of the injector. Prospects for further research are the creation of a production sample of an auto-controlled injector that creates vacuum and hydraulic shock.

Key words: milking machine, flushing system, injector, parameters, experimental studies, frequency.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ПОВІТРЯНОГО ІНЖЕКТОРА СИСТЕМИ ПРОМИВАННЯ МОЛОКОПРОВІДІВ ДОЇЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

I. В. Гунько, І. А. Бабін, В. М. Пришляк
Вінницький національний аграрний університет,
вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна

Застосування сучасних методів ефективного очищення молокопроводів доїльних установок на тваринницьких фермах – це важливий шлях поліпшення якості молока, відповідно до санітарно-

гігієнічним норм його виробництва. Для поліпшення якості промивки нами запропоновано використовувати інжектор, який виконує функцію періодичної подачі повітря в об'єм молокопровідної лінії, створюючи при цьому значні коливання вакуумметричного тиску і, як наслідок, керований гідроудар, керування якого повинно здійснюватися з використанням автоматизованих систем молочно-доїльного обладнання.

У результаті проведення наукових експериментальних досліджень та виробничої перевірки ефективності функціонування була досягнута мета – підтвердження адекватності теоретичних передумов розробки конструкції та оптимізації режимів роботи повітряного інжектора системи промивання молокопроводів доїльної установки і визначення його раціональних розмірних характеристик. Зокрема, в результаті експериментальних досліджень режимів роботи повітряного інжектора системи промивання молокопроводів доїльної установки були встановлені залежності швидкості зміни тиску і зміни значення ступеня чистоти молокопроводу від робочого вакуумметричного тиску, об'ємних витрат повітря через повітряний інжектор, тривалості такту вприскування повітряного інжектора і тривалості паузи повітряного інжектора. Так із збільшенням робочого вакуумметричного тиску, об'ємних витрат повітря через повітряний інжектор і тривалості паузи повітряного інжектора швидкість зміни тиску збільшується. І, навпаки, із збільшенням тривалості такту вприскування повітряного інжектора швидкість зміни тиску зменшується.

Експериментальні дослідження проводилися на експериментальному стенді на базі лабораторної доїльної установки із наявними верхнім і нижнім молокопроводами із апаратом промивки виробництва ВАТ «Брацлав». Вирішуючи компромісне завдання, яке зводиться до мінімізації значення швидкості зміни тиску при найбільшому значенні ступеня чистоти молокопроводу, отримані відповідні раціональні параметри режимів роботи інжектора. Перспективами подальших досліджень є створення виробничого зразка інжектора з автоматичним керуванням, який створює коливання вакууму і гідроудар.

Ключові слова: доїльна установка, система промивки, інжектор, параметри, експериментальні дослідження, ступень частоти.

Вступ

Серед показників якості молока, що визначають його технологічні властивості як сировини для подальшої переробки найважливішим є бактеріальна забрудненість (Soj & Mamedova, 2005). Цей показник практично повністю залежить від двох зовнішніх факторів санітарного стану доїльного обладнання та охолодження молока. Молоко від вимені корови проходить через доїльні апарати, молокопровід, молокозбірник і, якщо санітарний стан доїльного обладнання незадовільний, то подальше охолодження забрудненого молока не дасть очікуваних результатів (Tsoi & Mamedova, 2007). Тому застосування сучасних методів ефективного очищення молокопроводів доїльних установок – це важливий шлях поліпшення якості молока.

Аналіз систем промивання (Kartashov et al., 2010) виявив такі тенденції розвитку автоматів промивки: перехід від малоємнісних систем заповнення до ємностей зі збільшеним об'ємом; перехід від непрограмованих до програмованих систем промивання; застосування коркового

потoku миючої рідини; підігрів систем промивання (Ushakov et al., 2014). На даному етапі розвитку доїльного обладнання найбільш перспективними є системи промивки з програмованим автоматом. Вони можуть бути адаптовані до доїльних установок різної конфігурації.

Для поліпшення якості промивки нами запропоновано використовувати інжектор, який виконує функцію періодичної подачі повітря в об'єм молокопровідної лінії, створюючи при цьому значні коливання вакуумметричного тиску і, як наслідок, керований гідроудар. Результати проведених досліджень підтверджують доцільність використання розробленого обладнання для автоматичного визначення забрудненості молокопровідної лінії під час виконання технологічної операції промивки молокопровідних систем. При цьому, встановлена залежність товщини шару молока, що рухається в скляній трубці, від опору фоторезистора, на який потрапляє світло, що частково поглинається шаром молока (Pryshlyak & Babyn, 2019). Керування роботою розробленого інжектора повинно здійснюватися з

використанням автоматизованих систем молочно-доїльного обладнання (Aliyev, 2011; Shevchenko & Aliyev, 2013).

Мета досліджень – провести експериментальні дослідження режимів роботи повітряного інжектора системи промивання молокопроводів доїльної установки і визначити його раціональні значення.

Матеріали та методи

Експериментальні дослідження проведені на експериментальному стенді на базі лабораторної доїльної установки із наявними верхнім і нижнім молокопроводами із апаратом промивки виробництва ВАТ «Брацлав». Схема експериментального стенду представлена на рисунку 1.

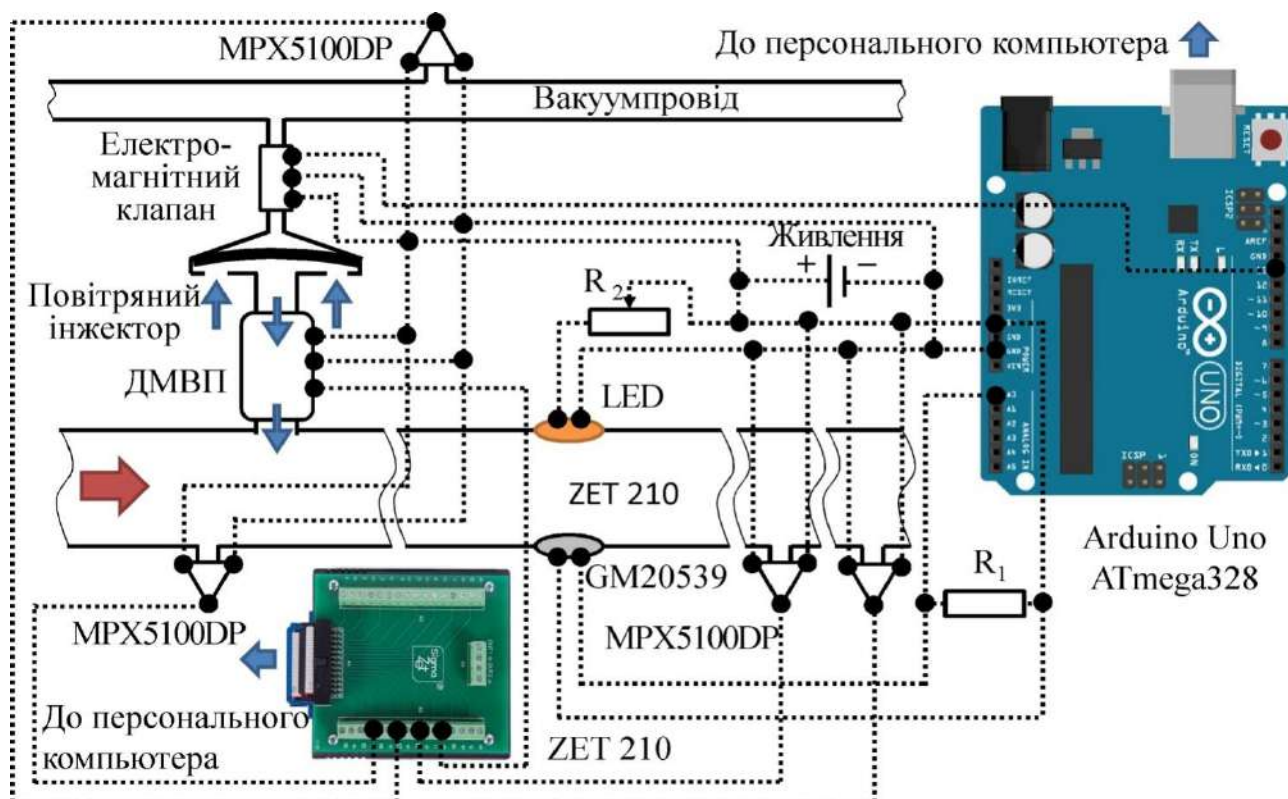


Рис. 1. Схема експериментального стенду для дослідження режимів роботи повітряного інжектора системи промивання молокопроводів доїльної установки

До складу стенду входить: лабораторна доїльна установка (в тому числі молокопровід і вакуумпровід); повітряний інжектор, електромагнітний клапан; датчик масових витрат повітря ДМВП; чотири датчика вакуумметричного тиску *MPX5100DP*, три з яких розташовані на молокопроводі на відстані 2 м один від одного, а один – вакуумпроводі, і підключені до модуля АЦП/ЦАП *ZET 210*; фотодатчик визначення забрудненості молокопровідної лінії, який складається зі світлодіода *LED 1W 100 Lm*, фоторезистора *GM20539*, резистора $R_1=10\text{ k}\Omega$, підлаштовного резистора $R_2=5\text{ k}\Omega$, плати керування *ArduinoUno ATmega328*; блок живлення. Загальний вигляд експериментального стенду представлено на рисунку 2.

Факторами експериментальних досліджень є

робочий вакуумметричний тиск p_w , тривалість такту вприскування повітряного інжектора t_{inj} , тривалість паузи повітряного інжектора t_p і об'ємні витрати повітря через повітряний інжектор Q_v . Межі та інтервали факторів досліджень представлені в табл. 1.

Робочий вакуумметричний тиск p_w встановлюється на лабораторній доїльній установці з використанням вакуумрегулятора (рис. 3, а) і контролюється датчиком вакуумметричного тиску *MPX5100DP*. Рівняння калібрувальної характеристики датчика вакуумметричного тиску *MPX5100DP* має вигляд (Aliyev, 2012):

$$p = \frac{1}{9} \left(\frac{U_p}{5} - 0,04 \right), \quad (1)$$

де U_p – напруга з датчика вакуумметричного тиску *MPX5100DP*, В.

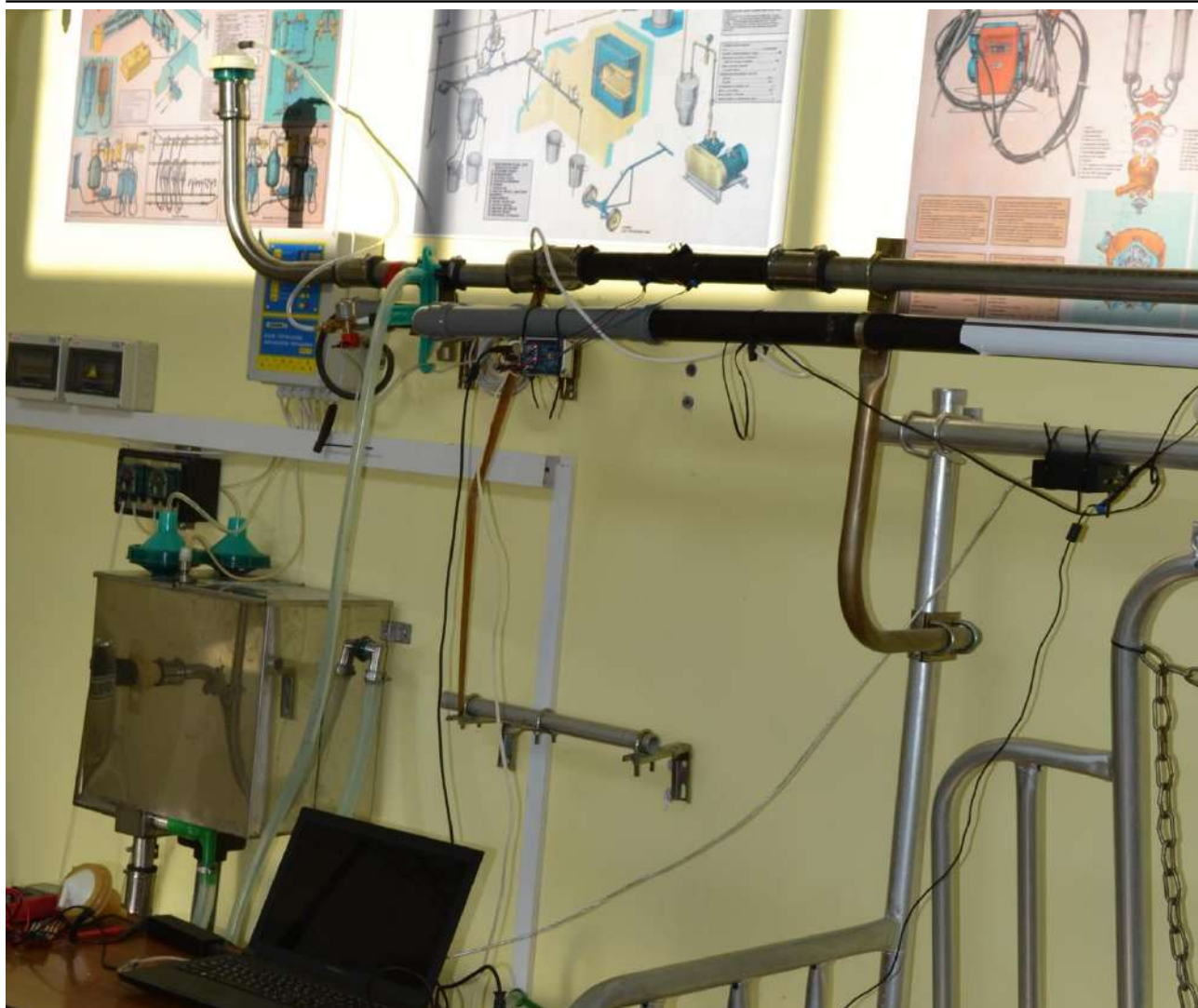


Рис. 2. Загальний вигляд експериментального стенду для дослідження режимів роботи повітряного інжектора системи промивання молокопроводів доїльної установки

Таблиця 1. Межі та інтервали факторів експериментальних досліджень

Рівень	Робочий вакуумметричний тиск p_w , кПа (x_1)	Тривалість такту вприскування повітряного інжектора t_{inj} , с (x_2)	Тривалість паузи повітряного інжектора t_p , с (x_3)	Об'ємні витрати повітря через повітряний інжектор Q_v , л/хв (x_4)
Верхній (+1)	75	9	9	100
Середній (0)	60	5	5	200
Нижній (-1)	45	1	1	300
Інтервал	15	4	4	100

Похибка вимірювання вакуумметричного тиску в межах досліджуваного діапазону становить $\pm 0,1$ кПа.

Тривалості тактів вприскування t_{inj} і паузи t_p повітряного інжектора встановлюються за допомогою електромагнітного клапана, який

приєднано до плати керування *Arduino Uno ATmega 328*. Похибка тактів впрыскування і паузи складає ± 1 мс.

Об'ємні витрати повітря через повітряний інжектор Q_V встановлюються шляхом перекривання отворів на повітряному інжекторі і контролюються датчиком масових витрат повітря ДМВП *BOSH 280218037*. Перерахунок масових витрат повітря Q_M до об'ємних Q_V здійснюється за наступною формулою:

$$Q_V = \frac{1000}{60} \frac{Q_M}{(101,325 - p_w) \mu_a} R_a T_a, \quad (2)$$

де: R_a – універсальна газова стала,

$R_a = 8,314$ Дж/(моль·К);

T_a – температура повітря, К;

μ_a – молярна маса повітря, $\mu_a = 28,96$ г/моль;

Q_V – об'ємні витрати повітря, л/хв.;

Q_M – масові витрати повітря, кг/с (Aliyev, 2012):

$$Q_M = 0,0022U_M + 0,0022U_M - 0,0044, \quad (3)$$

U_M – напруга з датчика масових витрат повітря *BOSH 280218037*, В.

Перед кожним дослідом фотодатчик знімали з лабораторної доїльної установки, промивали, витирали і занурювали у ємність із молоком, де він знаходився впродовж 20 хвилин.

Далі встановлювали фактори досліджень на необхідному рівні і запускали апарат промивки в режимі безперервного промивання впродовж 30 хвилин.

У процесі експериментальних досліджень визначали динаміку вакуумметричного тиску на кожному з підключених датчиків (p_0, p_1, p_2, p_3) і динаміку зміни опору на фотодатчику R_f .

Якісним критерієм оцінки досліджень режимів роботи системи промивання молокопроводів доїльної установки із повітряним інжектором є ступінь чистоти θ_{milk} , яка визначається як зміна середнього значення товщини шару молока h_{milk} на стінці труби:

$$\theta_{milk} = 100 \frac{h''_{milk} - h'_{milk}}{h'_{milk}}, \quad (6)$$

де: h'_{milk} – початкове значення товщини шару молока на стінці труби, м; h''_{milk} – кінцеве значення товщини шару молока на стінці труби, м.

Відповідно до попередніх лабораторних досліджень (Babyn, 2018) товщина шару молока на стінці труби визначалася з урахуванням

значення опору на фотодатчику за формулою:

$$h_{milk} = \frac{1}{k_{\lambda milk}} \ln \left(\frac{R_f}{R_0} \right), \quad (7)$$

де: R_f – поточне значення опору на фотодатчику, Ом; R_0 – початкове значення опору на фотодатчику, Ом; $k_{\lambda milk}$ – показник поглинання світла молоком, який було визначено в результаті лабораторних досліджень (Babyn, 2018), м⁻¹.

Також необхідно було встановити значення інтервалу часу Δt_e за який відбувається стабілізація поточного значення опору на фотодатчику. Зазначений інтервал часу Δt_e характеризує мінімально допустимий час промивання молокопроводу доїльної установки.

Критерієм, який обмежує режимні параметри роботи системи промивання молокопроводів доїльної установки із повітряним інжектором, є значення зміни тиску за час такту впрыскування і паузи повітряного інжектора (швидкість зміни тиску) $\frac{\Delta p}{\Delta t}$, яке розраховується за формулою:

$$\frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{p_{\max} - p_{\min}}{t_{inj} + t_p}. \quad (8)$$

Окрім зазначеного вище критерію якості важливим є градієнт зміни вакуумметричного тиску, який розраховується за формулою:

$$\frac{\Delta p}{\Delta L} = \frac{p_3 - p_1}{2l_p}, \quad (9)$$

де l_p – відстань між датчиками, м.

Чим більше швидкості зміни тиску в молокопроводі доїльної установки, тим більше ймовірність виникнення некерованого гідродудару, який зруйнує не тільки шар молока і молочних відкладень на поверхні стінки молокопроводу, а й сам молокопровід.

Тому раціональні режими роботи системи промивання молокопроводів доїльної установки із повітряним інжектором можна досягти за умови мінімізації значення товщини шару молока на стінці молокопроводу, мінімально допустимого часу промивання і швидкості зміни тиску.

Експериментальні дослідження проводилися за планом Хартлі–Коно (*Ha-Ko4*) для чотирьох факторів на трьох рівнях із загальною кількістю дослідів – 18 (Kiselev, 2017). Далі, з використанням програмного пакету *Wolfram Mathematica*, визначалася модель регресії другого порядку для кожного із запропонованих критеріїв.

Результати досліджень та обговорення

В результаті досліджень для кожного досліду отримана динаміка вакуумметричного тиску на кожному з підключених датчиків (p_0 , p_1 , p_2 , p_3). Дано пояснення щодо процесів, які спостерігаються на відповідних графіках (рис. 3). Під час відкривання повітряного інжектора (тобто сполучання його із атмосферним тиском) відбувається різке падіння вакуумметричного тиску практично до 0 кПа, що спричиняє від'ємний гідроудар. За рахунок постійної роботи

вакуумного насоса і наявності ресивера значення вакуумметричного тиску наближається до робочого p_0 із певними затухаючими коливаннями. Далі повітряний інжектор закривається (різко зникає сполучання із атмосферним тиском), що спричиняє різке підвищення вакуумметричного тиску (практично у два рази) і, відповідно, позитивний гідроудар. За рахунок постійної роботи вакуумного насоса і наявності ресивера значення вакуумметричного тиску вирівнюється до робочого p_0 за функцією затухаючого синуса.

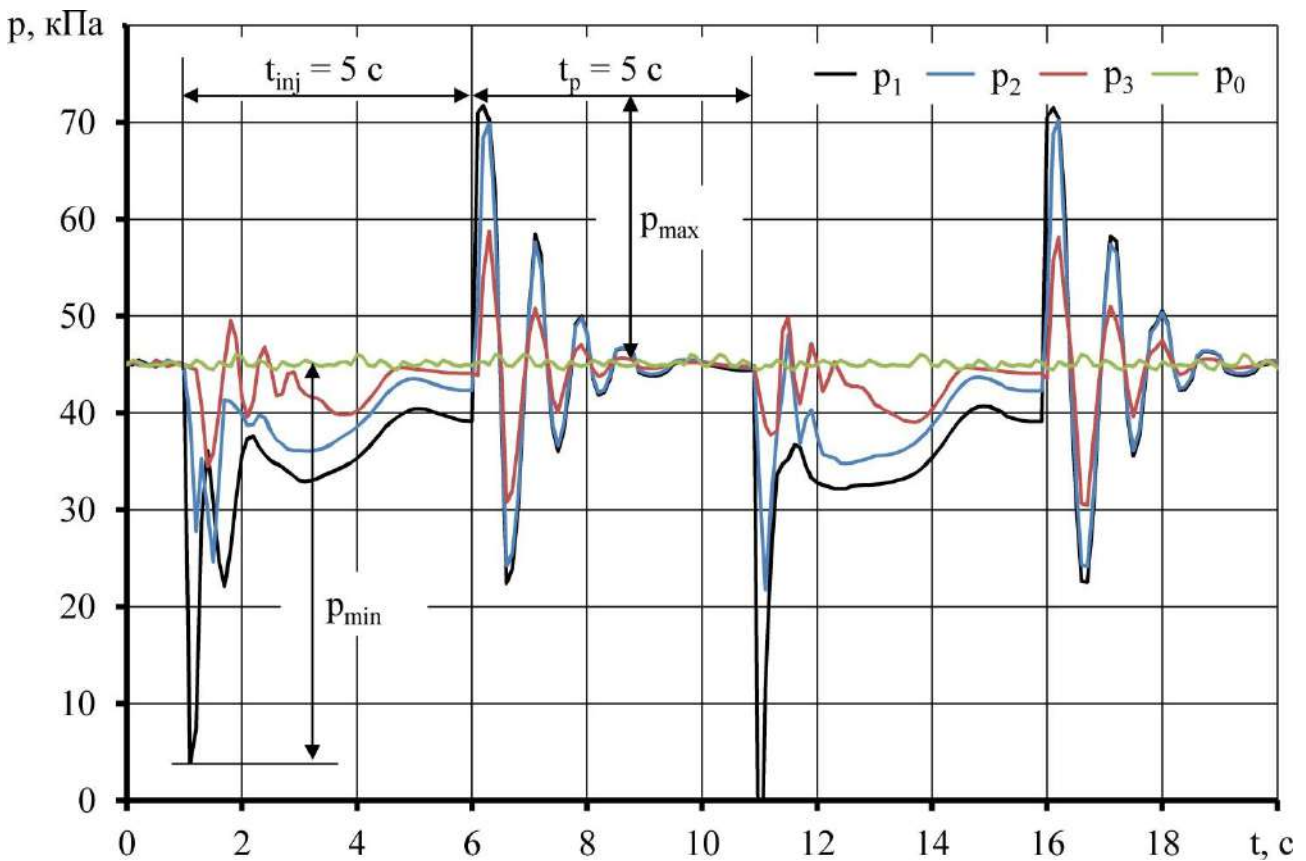


Рис. 3. Динаміка вакуумметричного тиску на підключених датчиків (p_0 , p_1 , p_2 , p_3)

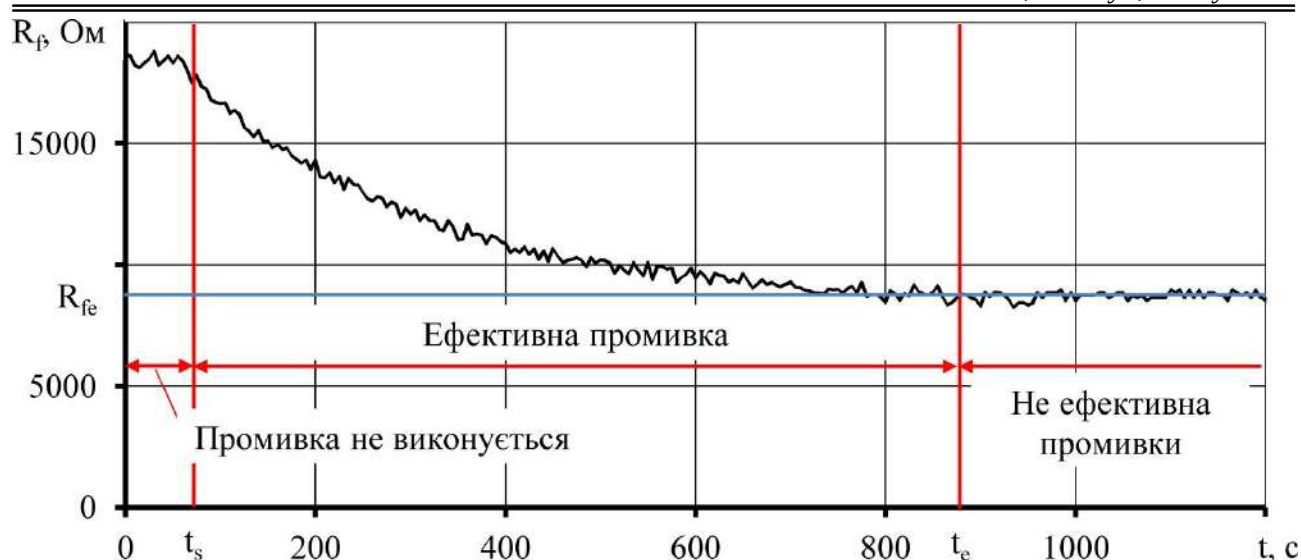
Динаміка зміни опору на фотодатчику R_f має характер, який представлено на рисунку 4. Аналізуючи зазначений рисунок, видно, що зниження опору на фотодатчику R_f від початкового значення до стабілізованого R_{fe} характеризує ефективний процес промивання, який триває $t_e - t_s$. Після стабілізації значення опору на фотодатчику процес промивання є не

ефективним.

Відповідно до плану досліджень розглянемо отримані дані за кожним критерієм окремо.

В результаті експериментальних досліджень і подальшої обробки отриманих даних в програмному пакеті *Wolfram Mathematica* отримана залежність зміни ступеня чистоти θ_{milk} від факторів досліджень у закодованому вигляді:

$$\begin{aligned} \theta_{milk} = & 76,7653 - 6,70752 x_1 - 3,49731 x_1^2 - 1,88824 x_2 - 0,23882 x_1 x_2 - 1,28554 x_2^2 - 3,84884 x_3 + \\ & + 0,340515 x_1 x_3 + 2,07749 x_2 x_3 - 6,23266 x_3^2 + 11,2418 x_4 - 0,107728 x_1 x_4 + 0,0858108 x_2 x_4 + \\ & + 0,592603 x_3 x_4 + 1,10483 x_4^2. \end{aligned} \quad (10)$$

Рис. 4. Динаміка зміни опору на фотодатчику R_f

Статистична обробка рівняння (10) представлена в таблиці 2.

В результаті аналізу таблиці 2, відповідного скорочення незначущих коефіцієнтів за критерієм

Стьюдента $t_{0,05}(36)=2,02$ і розкодування рівняння (10) остаточно маємо залежність зміни значення ступеня чистоти θ_{milk} від факторів досліджень:

$$\begin{aligned} \theta_{milk} = & 29,5872 + 1,42395 p_w - 0,0155436 p_w^2 + 0,0640533 Q_v - 0,0000718187 p_w Q_v + 0,000110483 Q_v^2 - \\ & - 0,121902 t_{inj} - 0,00398034 p_w t_{inj} + 0,000214527 Q_v t_{inj} - 0,080346 t_{inj}^2 + 1,64717 t_p + 0,00567526 p_w t_p + \\ & + 0,00148151 Q_v t_p + 0,129843 t_{inj} t_p - 0,389542 t_p^2. \end{aligned} \quad (11)$$

Згідно з розрахованим критерієм Фішера для рівняння (11) $F=1,96 > F_{0,05}(8;36)=2,21$. Це свідчить, що між розрахунковими за рівнянням (11) і експериментальними даними немає

істотних статистичних відмінностей і нульова гіпотеза про рівність вибірок розрахункових і експериментальних даних підтверджується, тобто математична модель (11) є адекватною.

Таблиця 2. Статистична обробка рівняння (10)

Коефіцієнт регресії	Значення коефіцієнта регресії	Стандартна похибка	<i>t</i> -statistic	<i>P</i> -Value
a_{00}	76,7653	0,478921	160,288	$5,35434 \cdot 10^{-7}$
a_{10}	-6,70752	0,405545	-16,5395	0,000481078
a_{20}	-1,88824	0,288735	-6,53971	0,00726768
a_{30}	-3,84884	0,226625	-16,9833	0,000444643
a_{40}	11,2418	0,227416	49,4327	0,0000182301
a_{12}	-0,23882	0,380664	-0,627378	0,574915
a_{13}	0,340515	0,252094	1,35075	0,269627
a_{14}	-0,107728	0,242665	-0,443938	0,687156
a_{23}	2,07749	0,290825	7,14344	0,00564843
a_{24}	0,0858108	0,24597	0,348867	0,750238
a_{34}	0,592603	0,260907	2,27132	0,107794
a_{11}	-3,49731	0,592834	-5,8993	0,00972467
a_{22}	-1,28554	0,459157	-2,79977	0,0678657
a_{33}	-6,23266	0,622532	-10,0118	0,00212106
a_{44}	1,10483	0,380872	2,9008	0,0624616
a_{00}	76,7653	0,478921	160,288	$5,35434 \cdot 10^{-7}$

Максимальне значення ступеня чистоти молокопроводу $\theta_{milk}=94,0\%$ досягається при $p_w=45,5$ кПа, $t_{inj}=1,1$ с, $t_p=3,2$ с, $Q_V=300$ л/хв.

Фіксуючи почергово фактори досліджень на зазначеному рівні, побудовано графічні інтерпретації залежності (4), які зображені на рис. 5.

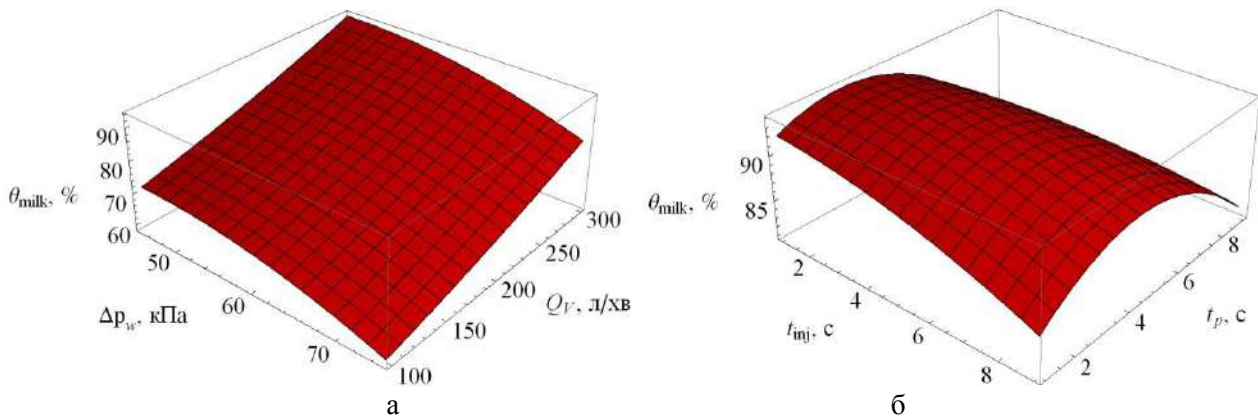


Рис. 5. Залежність значення ступеня чистоти молокопроводу θ_{milk} від факторів досліджень: а – робочий вакууметричний тиск p_w і об'ємні витрати повітря через повітряний інжектор Q_V ; б – тривалість такту впрыскування повітряного інжектора t_{inj} і тривалість паузи повітряного інжектора t_p

Аналіз рисунку 5 і залежності (11) дає змогу стверджувати про варіативність режимів роботи інжектора. Так, із збільшенням робочого вакууметричного тиску p_w і об'ємних витрат повітря через повітряний інжектор Q_V , ступінь чистоти молокопроводу θ_{milk} збільшується. Зазначене спостереження є досить логічним, так як збільшується взаємодія ударної хвилі, що виникає внаслідок пульсацій вакууметричного тиску, із шаром молока на стінках молокопроводу. Для тривалості тактів впрыскування t_{inj} і паузи t_p повітряного інжектора спостерігається оптимум за якого ступінь чистоти молокопроводу θ_{milk} є максимальним. При найменших значеннях

тактів швидкість розповсюдження ударної хвилі є високою, що призводить до зменшення швидкості її взаємодії із шаром молока на стінках молокопроводу. При найбільших значеннях тактів величина ударної хвилі є не великою, що призводить до менш руйнівної дії на шар молока, який розміщено на стінках молокопроводу.

В результаті експериментальних досліджень і подальшої обробки отриманих даних в програмному пакеті *Wolfram Mathematica* отримана залежність зміни тиску за час такту впрыскування і паузи повітряного інжектора (швидкість зміни тиску) від факторів досліджень у закодованому вигляді:

$$\frac{\Delta p}{\Delta t} = 34,494 + 3,65198x_1 - 2,6524x_1^2 - 12,1905x_2 - 3,02649x_1x_2 + 12,738x_2^2 - 8,07975x_3 - 1,6205x_1x_3 + 12,9931x_2x_3 - 0,878323x_3^2 + 14,5057x_4 - 0,170093x_1x_4 + 0,144456x_2x_4 + 0,286004x_3x_4 + 0,370808x_4^2. \quad (12)$$

Статистична обробка рівняння (12) представлена в таблиці 3. В результаті аналізу таблиці 3, відповідного скорочення незначущих коефіцієнтів за критерієм

Стьюдента $t_{0,05}(36) = 2,02$ і розкодування рівняння (12) остаточно маємо залежність швидкості зміни тиску від факторів досліджень:

$$\frac{\Delta p}{\Delta t} = -9,25598 + 2,04533p_w - 0,0117884p_w^2 + 0,145057Q_V - 12,0428t_{inj} - 0,0504414p_w t_{inj} + 0,796128t_{inj}^2 - 4,45978t_p - 0,0270083p_w t_p + 0,812068t_{inj}t_p. \quad (13)$$

Згідно за розрахованим критерієм Фішера для рівняння (13) $F=1,08 > F_{0,05}(8;36)=2,21$. Це свідчить, що між розрахунковими за рівнянням (13) і експериментальними даними немає

істотних статистичних відмінностей і нульова гіпотеза про рівність вибірок розрахункових і експериментальних даних підтверджується, тобто математична модель (13) є адекватною.

Таблиця 3. Статистична обробка рівняння (12)

Коефіцієнт регресії	Значення коефіцієнта регресії	Стандартна похибка	t-statistic	P-Value
a ₀₀	34,494	0,335887	102,695	2,0355·10 ⁻⁶
a ₁₀	3,65198	0,284426	12,8398	0,0010195
a ₂₀	-12,1905	0,202502	-60,1996	0,0000100985
a ₃₀	-8,07975	0,158942	-50,8347	0,0000167643
a ₄₀	14,5057	0,159496	90,9474	2,93029·10 ⁻⁶
a ₁₂	-3,02649	0,266975	-11,3362	0,00147243
a ₁₃	-1,6205	0,176804	-9,16549	0,00274598
a ₁₄	-0,170093	0,170191	-0,999427	0,391239
a ₂₃	12,9931	0,203968	63,7017	8,52378·10 ⁻⁶
a ₂₄	0,144456	0,172509	0,837382	0,463839
a ₃₄	0,286004	0,182985	1,56299	0,215996
a ₁₁	-2,6524	0,415779	-6,37935	0,00779828
a ₂₂	12,738	0,322026	39,5559	0,0000355498
a ₃₃	-0,878323	0,436608	-2,0117	0,137757
a ₄₄	0,370808	0,267121	1,38816	0,259212
a ₀₀	34,494	0,335887	102,695	2,0355·10 ⁻⁶

Мінімальне значення швидкості зміни тиску $\frac{\Delta p}{\Delta t} = 6,93 \text{ кПа/с}$ досягається при $p_w = 45 \text{ кПа}$, $t_{inj} = 4,39 \text{ с}$, $t_p = 1,0 \text{ с}$, $Q_v = 100 \text{ л/хв}$. Фіксуючи

почергово фактори досліджень на зазначеному рівні, побудовані на рис. 6, графічні інтерпретації залежності (13).

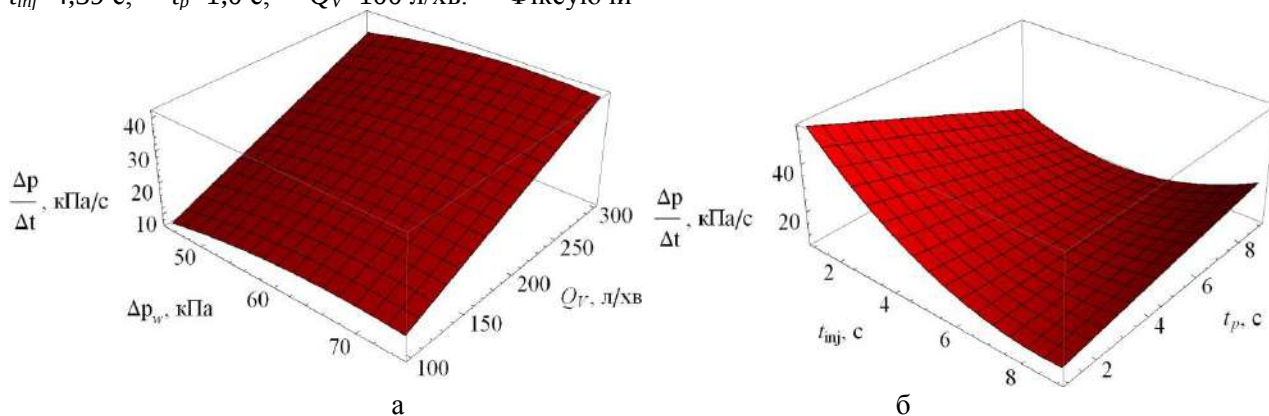


Рис. 6. Залежність значення швидкості зміни тиску $\frac{\Delta p}{\Delta t}$ від факторів досліджень:

а – робочий вакууметричний тиск p_w і об'ємні витрати повітря через повітряний інжектор Q_v ;

б – тривалість такту впрыскування повітряного інжектора t_{inj} і тривалість паузи повітряного інжектора t_p

Із збільшенням робочого вакууметричного тиску p_w , об'ємних витрат повітря через повітряний інжектор Q_v і тривалості паузи повітряного інжектора t_p швидкість зміни тиску збільшується. І навпаки із збільшенням тривалості такту впрыскування повітряного інжектора t_{inj} швидкість зміни тиску зменшується. Останнє пояснюється рисунком 3.

В зв'язку з тим, що раціональні параметри (11) і (13) відрізняються, то необхідно вирішити компромісну задачу, яка зводиться до мінімізації значення швидкості зміни тиску при найбільшому значенні ступеня чистоти молокопроводу:

$$\begin{cases} \theta_{milk}(p_w, t_{inj}, t_p, Q_v) \rightarrow \max, \\ \frac{\Delta p}{\Delta t}(p_w, t_{inj}, t_p, Q_v) \rightarrow \min. \end{cases} \quad (14)$$

Вирішуючи систему рівнянь (14) в програмному пакеті *Wolfram Mathematica* отримуємо раціональні параметри режимів роботи інжектора:

$$\begin{aligned} p_w &= 45,0 \text{ кПа}, t_{inj} = 5,2 \text{ с}, t_p = 4,2 \text{ с}, Q_v = 295 \text{ л/хв.}, \\ \theta_{milk} &= 92,1 \%, \frac{\Delta p}{\Delta t} = 42,4 \text{ кПа/с}. \end{aligned} \quad (15)$$

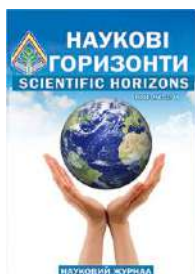
Висновки

В результаті експериментальних досліджень режимів роботи повітряного інжектора системи промивання молокопроводів доїльної установки було встановлено залежності швидкості зміни тиску $\Delta P/\Delta t$ і зміни значення ступеня чистоти молокопроводу θ_{milk} від робочого вакуумметричного тиску p_w , об'ємних витрат повітря через повітряний інжектор Q_v , тривалості такту вприскування повітряного інжектора t_{inj} і тривалості паузи повітряного інжектора t_p .

Вирішуючи компромісне завдання, яке зводиться до мінімізації значення швидкості зміни тиску за найбільшого значення ступеня чистоти молокопроводу отримані відповідні раціональні параметри режимів роботи інжектора: $p_w = 45,0$ кПа, $t_{inj} = 5,2$ с, $t_p = 4,2$ с, $Q_v = 295$ л/хв., $\theta_{milk} = 92,1$ %, $\Delta P/\Delta t = 42,4$ кПа/с.

References

- Aliiev, E. B. (2011). Optymizatsiia tekhniko-tekhnologichnykh parametriv vakuumnoi systemy doilnoi ustanovky [Optimization of technical and technological parameters of the milking machine vacuum system]. *Zbirnyk naukovykh prats Tavriiskoho derzhavnoho ahrotekhnologichnoho universytetu*, 12 (1). 138–147. doi: 10.31388/2078-0877-19-3-14-21 [in Ukrainian].
- Aliiev, E. B. (2012). Doslidzhennia metrolohichnykh kharakterystyk komplektu ustatkuvannia kontroliu vakuummetrychnykh parametriv molochno-doilnoho obladnannia [Investigation of metrological characteristics of a set of equipment for monitoring the vacuum parameters of milking and milking equipment]. *Ahrarna nauka ta praktyka na suchasnomu etapi rozvytku: dosvid, problemy ta shliakhy yikh vyryshennia*, Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia (pp. 13–15). Lviv : Lvivska ahrarna fundatsiia [in Ukrainian].
- Babyn, I. A. (2019). Fyzyko-matematychnyi aparat rukhu dvofaznoho myiuchoho rozchynu po molokoprovidnii linii [Physico-mathematical apparatus for the movement of a two-phase detergent solution along a milk line]. *Tekhnika, enerhetyka, transport APK*, 1 (104), 5–12. doi: 10.37128/2520-6168-2019-1-1 [in Ukrainian].
- Coj, J. A. & Mamedova, R. A. (2005). The influence of parameters milk pipeline of milking installation on modes of motion an gas-liquid to mixtures. *Problemy intensyfikacji produkcji zwierzeczej z uwzględnieniem ochrony środowiska i standardów UE*. (pp. 355–359). Warszawa.
- Kartashov, L. P., Ushakov Yu. A., Kolkpakov, A. V., Korolev, A. S., Panin, A. A. & Vasilevsky, G. P. (2010). Inzhenernyye metody obespecheniya kachestva moloka [Engineering methods to ensure the quality of milk]. *Mekhanizatsiia ta elektryfikatsiia silskoho hospodarstva*, 84, 26–29 [in Russian].
- Kyselov, O. V., Komarova, I. B., Milko, D. O. & Bakardzhyiev, R. O. (2017). Statystychna obrobka i oformlennia rezultativ eksperymentalnykh doslidzhen (iz dosvidu napysannia dysertatsiinykh robit) [Statistical processing and design of experimental research results (from the experience of writing dissertation papers)]. *Zaporizhzhia : STATUS* [in Ukrainian].
- Pryshliak, V. M. & Babyn, I. A. (2019). Rezultaty doslidzhen fotodatchyka vyznachennia zabrudnenosti molokoprovidnoi linii [Research results of the photodetector for determining the contamination of the mammalian line]. *Konstruiuvannia, vyrobnytstvo ta ekspluatatsiia silskohospodarskykh mashyn*, 49, 206–212. doi: 10.32515/2414-3820.2019.49.206-212 [in Ukrainian].
- Shevchenko, I. A. & Aliiev, E. B. (2013). Naukovo-metodychni rekomendatsii z bahatokryterialnoho vyrobnychoho kontroliu doilnykh ustanovok [Scientific and methodological recommendations for multicriteria production control of milki]. *Zaporizhzhia : Aktsent Invest-treid* [in Ukrainian].
- Tsoi, Y. A. & Mamedova, R. A. (2007). Parametry probkovogo rezhima techeniya zhidkosti v molokoprovode pri promyvke [Parameters of the cork mode of fluid flow in the milk duct during washing]. *Tekhnika v selskom khozyaystve*, 2, 3–4 [in Russian].
- Ushakov, Yu. A., Terekhov, O. N., Vasilevsky, G. P. & Danilova, N. G. (2014). Sokhraneniye kachestva moloka inzhenernymi metodami [Preservation of milk quality by engineering methods]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 5, 53–56 [in Russian].



UDC 336.012.23:338.43

MECHANISM OF FINANCIAL MARKET FUNCTIONING UNDER CONDITIONS OF SOCIETY DIGITALIZATION

A. Kravchenko

Article info

Received

07.02.2020

Accepted

24.03.2020

State University
of Banking
1, Andriivska Str.,
Kyiv,
Ukraine, 04070

Kravchenko, A. (2020). Mechanism of financial market functioning under conditions of society digitalization. Scientific Horizons, 03 (88), 54–58. doi: 10.33249/2663-2144-2020-88-3-54-58.

Under conditions of globalization of economic environment, there is a need to develop a mechanism for financial market functioning with the use of digital technologies. The purpose of the study is to build a model of the mechanism of financial market functioning under conditions of society digitalization. In the course of the research we have applied the complex, systemic and cybernetic approaches; abstract-logical and synergetic methods, as well as the methods of modeling, grouping, analysis, etc. The concept of the mechanism of financial market functioning under society digitalization has been investigated and clarified. In particular, the essence of the concept of "mechanism" has been revealed, the definitions of "financial mechanism" and "digitalization" have been specified. It has been substantiated that the financial mechanism is the system of approaches to legal, institutional, statistical, instrumental, information and technology support of financial system.

It is noted that digitalization of financial market is the saturation of financial market with digital systems in matter of electronic, information and communication interconnection, as well as the formation and functioning of financial cyberspace. The model of the mechanism of financial market functioning under conditions of society digitalization has been built. It has been established that the mechanism of financial market functioning under conditions of society digitalization is the system of saturating the financial market with digital means of information and communication interconnection, economic and legal relations, as well as a digital form of ensuring the formation and functioning of effective financial cyberspace to meet the needs of the society. A prospective direction for further research will be to build a paradigm for financial market functioning in the context of society digitalization.

Key words: financial mechanism, structure, digital technologies, information and communication interconnection, financial market.

МЕХАНІЗМ ФУНКЦІОНУВАННЯ ФІНАНСОВОГО РИНКУ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ СУСПІЛЬСТВА

А. С. Кравченко

ДВНЗ «Університет банківської справи»
вул. Андріївська, 1 м. Київ, Україна, 04070

В умовах глобалізації економічного середовища виникає необхідність у розробці механізму функціонування фінансового ринку із застосуванням цифрових технологій. Метою дослідження є побудова моделі механізму функціонування фінансового ринку в умовах цифровізації суспільства.

У процесі дослідження застосовано комплексний, системний, кібернетичний підходи, методи моделювання, групування, аналізу, абстрактно-логічний, синергетичний тощо. Досліджено та уточнено поняття механізму функціонування фінансового ринку в умовах цифровізації суспільства, зокрема розкрито сутність поняття «механізм», уточнено дефініції «фінансовий механізм» та «цифровізація». Обґрунтовано, що фінансовий механізм – це система сукупності підходів щодо юридичного, інституційного, статистичного, інструментального та інформаційно-технологічного забезпечення фінансової системи.

Зазначено, що цифровізація фінансового ринку являє собою насичення фінансового ринку цифровими системами щодо електронного, інформаційно-комунікаційного взаємозв'язку, а також формування та функціонування фінансового кіберпростору. Побудовано модель механізму функціонування фінансового ринку в умовах цифровізації суспільства. Встановлено, що механізм функціонування фінансового ринку в умовах цифровізації суспільства – це система насичення фінансового ринку цифровими засобами щодо інформаційно-комунікаційних та економіко-правових взаємовідносин, а також цифрова форма організації забезпечення формування і функціонування ефективного фінансового кіберпростору для забезпечення потреб суспільства. Перспективним напрямом подальших досліджень є побудова парадигми функціонування фінансового ринку в умовах цифровізації суспільства.

Ключові слова: фінансовий механізм, структура, цифрові технології, інформаційно-комунікаційний взаємозв'язок, фінансовий ринок.

Вступ

Для забезпечення динамічного розвитку економіки країни, необхідно забезпечити оптимальний механізм функціонування національного фінансового ринку в умовах глобальної цифровізації світу. В сучасному економіко-політичному середовищі України, підґрунтя процесів удосконалення ситами функціонування фінансового ринку в кіберпросторі, є цілісно не сформованим. У цьому контексті виникає гостра науково-практична потреба у побудові моделі механізму функціонування фінансового ринку в умовах цифровізації суспільства.

Вивченням питань фінансового механізму та цифровізації займалися багато вітчизняних вчених (Balitska, 2007; Yurii & Fedosov, 2008; Kremen & Kremen, 2010; Kraus et al., 2018; Bondarenko, 2018). Проте, незважаючи на існуючу кількість публікацій за науковим напрямом, питання механізму функціонування фінансового ринку в умовах цифровізації суспільства, є недостатньо дослідженим та потребує подальшого розвитку.

Матеріали та методи

Мета дослідження полягає у побудові моделі механізму функціонування фінансового ринку в умовах цифровізації суспільства. Основними завданнями є: розкрити сутність поняття

«механізм», а також уточнити дефініції «фінансовий механізм» та «цифровізація» у процесі формування моделі механізму функціонування фінансового ринку в умовах цифровізації суспільства. У процесі дослідження застосовано комплексний, системний, кібернетичний підходи, методи моделювання, групування, аналізу, абстрактно-логічний, синергетичний тощо.

Результати досліджень та обговорення

Сучасний фінансовий ринок розвивається в умовах цифровізації суспільства. Процес впровадження цифрових технологій набуває розвитку в глобальному економічному середовищі. В свою чергу, функціонування фінансового ринку в цифрових умовах, потребує формування нових підходів та створення моделі такого механізму, для його ефективізації. У науковій літературі існують різні наукові підходи до поняття «фінансовий механізм» (табл. 1).

Відтак, вчені окреслювали сутність поняття «фінансовий механізм», наголошуючи на окремих процесах, інструментах, не розкриваючи їх, як систему. Застосування науковцями переважно інструментального підходу не суперечить логіці, проте слушно враховувати сучасні трансформації фінансової системи та застосовувати комплексний, системний, кібернетичний підходи.

Таблиця 1. Наукові підходи до визначення поняття «фінансовий механізм»

Автор	Визначення поняття «фінансовий механізм»	Науковий підхід
В. Баліцька	Складова виробничого механізму, політики (Balitska, 2007)	Структурний
С. Юрій, В. Федосов	Сукупність фінансових, важелів впливу, методів, інструментів (Yurii & Fedosov, 2008)	Інструментальний
О. Кремень, В. Кремень	Комплекс форм, важелів, методів фінансових відносин (Kremen & Kremen, 2010)	Інструментальний
А. Глущенко	Комплекс методів, інструментів, важелів, форм для використання фінансових фондів (Hlushchenko, 2014)	Інструментальний
Н. Метеленко, О. Шульга	Організація фінансових відносин; управління фінансовими ресурсами; засіб впливу на управління підприємствами (Metelenko & Shulha, 2016)	Організаційно-регуляційний, інструментальний
Т. Буденюк, В. Свірський	Організаційно-правове забезпечення, прийоми фінансового планування (Burdeniuk & Svirskiy, 2012)	Організаційно-нормативний, інструментальний
О. Стойко, Д. Дема	Комплекс методів, важелів, фінансових форм, що сприяє суспільному розвитку (Dema & Stoiko, 2017)	Інструментальний

Джерело: власне дослідження

Отже, «фінансовий механізм» – це система сукупності підходів, щодо юридичного, інституційного, статистичного, інструментального, інформаційно-технологічного забезпечення фінансової системи. Для формування, належної структури фінансового механізму, варто використовувати комплексний підхід. Фінансовий механізм слушно структурувати на: фінансову політику (державну, приватну); заходи її впровадження; фінансово-юридичний контроль

та координацію суб'єктів господарювання; нормативно-правове поле; інформаційно-технічне забезпечення тощо. В свою чергу, механізм функціонування ринку формується як система економічних, правових, нормативних, етичних, кон'юнктурних, спеціальних та інформаційно-технічних складових.

Тепер доречно провести аналіз наукових джерел щодо поняття «цифровізація» табл. 2.

Таблиця 2. Наукові підходи до визначення поняття «цифровізація»

Автор	Визначення поняття	Науковий підхід
К. Січкаренко	Синтетична категорія, застосування цифрових технологій (Sichkarenko, 2018)	Синтетичний
М. Руденко	Розвиток соціально-економічних, суспільних відносин, щодо еволюції інформаційних технологій; зміна бізнес-моделей; забезпечення суспільства електронними пристроями; еволюція життєдіяльності із застосуванням цифрових технологій (Rudenko, 2018)	Соціально-еволюційний, трансформаційний
Н. Краус, О. Голобородько, К. Краус	Перетворення елементів, авангардного, соціально-економічного характеру, щодо зрушень пікових показників (Kraus, Goloborodko & Kraus, 2018)	Соціально-економічний, авангардний
О. Бондаренко	Акселератор соціально-економічних процесів для забезпечення ефекту (Bondarenko, 2018)	Регуляційний
Л. Кльоба	Механізм економічного зростання для ефективізації різних сфер (Kloba, 2018)	Процесний
О. Піжук	Перенесення інформації на комп'ютерну платформу (Pizhuk, 2018)	Трансформаційний

Джерело: власне дослідження.

Вчені, розкривають поняття «цифровізація»: з позиції його застосування, як «штучну» варіацію, інформаційний, або новий трансфер, фактор впливу, регулятор. Літературний аналіз поняття «цифровізація», показав застосування різних підходів та не однастайність думок, щодо його тлумачення. Трактують науковцями, поняття «цифровізація», постають поверхневими, відповідно етимології слова та сфер застосування. Отже, поняття «цифровізація» (англ. *digitalization*) – це синергетична категорія, насичення світового простору електронними системами зв'язку, що мають дискретні сигнали. В свою чергу, цифровізація фінансового ринку – це насичення фінансового ринку цифровими системами, щодо електронного, інформаційно-комунікаційного взаємозв'язку та забезпечення формування і функціонування фінансового кіберпростору.

До сучасних цифрових процесів фінансового ринку України необхідно віднести: суспільні цифрові грошові трансфери в сфері фінансових послуг; фінансові мережеві взаємозв'язки в кіберпросторі; розвиток комп'ютерно-

інформаційного фінансового «розуму»; фінансовий алготрейдинг; електронний банкінг; фінансовий блокчейн; торгівля фінансовими інструментами на електронних платформах; кріптографічні фінансові процеси; видобування валюти в цифровому середовищі; формування цифрових цінних паперів.

Механізм функціонування фінансового ринку в умовах цифровізації суспільства, формується, як із самостійно функціонуючих, так і у взаємозв'язку, основних його структурних елементів в умовах цифрових трансформацій. Структурні елементи механізму функціонування фінансового ринку в умовах цифровізації суспільства, мають власну систему: прийомів; засобів впливу; фінансових інструментів; аналітичного та нормативно-правового забезпечення; цифрових технологій. Модель «механізму функціонування фінансового ринку в умовах цифровізації суспільства» (рис. 1), дозволяє цілісно розкрити, централізовану систему взаємодії його структурних елементів з урахуванням тенденцій, насичення ладу цифровими технологіями.



Рис. 1. Модель механізму функціонування фінансового ринку в умовах цифровізації суспільства
Джерело: авторська розробка.

Отже, «механізмом функціонування фінансового ринку в умовах цифровізації суспільства» – це система насичення фінансового ринку цифровими засобами щодо інформаційно-

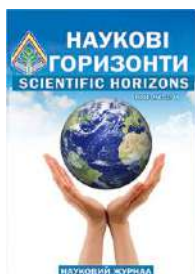
комунікаційних і економіко-правових взаємовідносин, а також цифрова форма організації забезпечення формування і функціонування ефективного фінансового кіберпростору для забезпечення потреб суспільства.

Висновки

Сучасний фінансовий ринок розвивається в умовах цифровізації суспільства. Процес впровадження електронних фінансових засобів набуває розвитку в глобальному економічному середовищі. В свою чергу, вітчизняна фінансова система, потребує застосування системного, синергетичного підходу та моделі механізму функціонування фінансового ринку в умовах цифровізації суспільства для забезпечення підвищення кумулятивного економічного ефекту фінансового ринку.

References

- Balitska, V. V. (2007). Finansovyi mekhanizm: naukovyi ta praktychnyi aspekty doslidzhennia [Financial Mechanism: Scientific and Practical Aspects of Research]. *Nauka ta naukoznavstvo*, 2, 9 [in Ukrainian].
- Yurii, S. I. & Fedosov, V. M. (2008). Finansy [Finance]. Kyiv: Znannia [in Ukrainian].
- Kremen, O. I. & Kremen, V. M. (2010). Finansy [Finance]. Kyiv: TsUL [in Ukrainian].
- Hlushchenko, A. S. (2014). Finansy [Finance]. Lviv: Mahnoliia 2006 [in Ukrainian].
- Metelenko, N. H. & Shulha, O. P. (2016). Kontseptualizatsiia poniattia «finansovyi mekhanizm» [Conceptualizing the concept of "international business"]. *Prychornomorski ekonomichni studii*, 10, 175 [in Ukrainian].
- Burdeniuk, T. & Svirskiy, V. (2012). Teoretychni zasady finansovoho mekhanizmu [Theoretical principles of the financial mechanism]. *Ekonomichnyi analiz*, 10 (2), 202 [in Ukrainian].
- Dema, D. I. (2017). Finansy [Finance]. Kyiv: Alerta [in Ukrainian].
- Sichkarenko, K. O. (2018). Tsyfrovizatsiia yak faktor zmin u mizhnarodnykh ekonomichnykh vidnosynakh [Digitalization as a factor in international economic relations]. *Pryazovskiy ekonomichnyi visnyk*, 3, 31 [in Ukrainian].
- Rudenko, M. V. (2018). Tsyfrovizatsiia ekonomiky: novi mozhlyvosti ta perspektyvy [Digitizing the Economy: New Opportunities and Perspective]. *Ekonomika ta derzhava*, 11, 63. doi: 10.32702/2306-6806.2018.11.61 [in Ukrainian].
- Kraus, N. M., Holoborodko, O. P. & Kraus, K. M. (2018). Tsyfrova ekonomika: trendy ta perspektyvy avanharnoho kharakteru rozvytku [The digital economy: trends and prospects for the avant-garde nature of development]. *Efektivna ekonomika*, 1. Retrieved from <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6047> [in Ukrainian].
- Bondarenko, O. S. (2018). Tendentsii funktsionuvannia finansovoho rynku v ekonomitsi Ukrainy [Trends in the functioning of the financial market in the Ukrainian economy]. *Investysii: praktyka ta dosvid*, 15, 6 [in Ukrainian].
- Kloba, L. H. (2018). Tsyfrovizatsiia – innovatsiinyi napriam rozvytku bankiv [Digitalization is an innovative direction for the development of banks]. *Efektivna ekonomika*, 12. doi: 10.32702/2307-2105-2018.12.84 [in Ukrainian].
- Pizhuk, O. I. (2018). Tsyfrova transformatsiia ekonomiky yak osnova formuvannia yii konkurentospromozhnosti [Digital transformation of the economy as a basis for shaping its competitiveness]. *Skhidna Yevropa: ekonomika, biznes ta upravlinnia*, 6 (17), 79–83 [in Ukrainian].
- Tataryn, N. B. & Chop, T. I. (2018). Problemy finansovoho rynku Ukrainy ta shliakhy yikh podolannia [Problems of the financial market of Ukraine and ways to overcome them]. *Ekonomika i Suspilstvo*, 19. doi: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2018-19-175> [in Ukrainian].
- Borysiuk, O. & Datsiuk-Tomchuk, M. (2019). Novi vektory rozvytku finansovoho rynku Ukrainy v umovakh tsyfrovoy ekonomiky [New vectors of financial market development of Ukraine in the digital economy]. *Ekonomichnyi chasopys Skhidnoievropeiskoho natsionalnogo universytetu imeni Lesi Ukrainky*, 2 (18). doi: <https://doi.org/10.29038/2411-4014-2019-02-95-101> [in Ukrainian].



UDC 51-76

MODELING OF THE LIMIT STATES IN THE DYNAMIC SYSTEMS OF LIVING AND LIFELESS NATURE

I. Grabar¹, O. Grabar²

Article info

Received

04.02.2020

Accepted

11.03.2020

¹ Zhytomyr
National
Agroecological
University
7, Saryi Blvd,
Zhytomyr,
10008, Ukraine

² Zhytomyr
Polytechnic
State University
103,
Chudnivska Str.,
Zhytomyr,
10005, Ukraine

E-mail: ivan-grabar@ukr.net

Grabar, I., Grabar, O. (2020). Modeling of the limit states in the dynamic systems of living and lifeless nature. Scientific Horizons, 03 (88), 59–73. doi: 10.33249/2663-2144-2020-88-3-59-73.

The article is sanctified to the exposure of the universal mathematical going to the quantitative design of dynamics systems of various physical nature. Aim of the research: To substantiate the possibility of using common approaches to the quantitative modeling of the dynamics of living and non-living systems. As a result were educed terms and ranges of application the general discrete models of development technique, dynamics of populations, economic models. It was built generalized Fibonacci model, that allows to forecast the indicated processes for the different values of parameter a prehistory γ . Quantitative comparison of the offered approaching the generalized model of Fibonacci is given with experimental values. It is shown that well-known conformity to law of development the information technologies is doubling of amount transistors on the integrated circuits during each 18 months, that is often named «Moore's law» is the partial case of the generalized Fibonacci's row. Offered correlations for the quantitative estimation of scale multiplier the rates of increase the system of q and his connection is set with a parameter γ . It has next physical maintenance: for the dynamics of populations γ characterizes the period of achievement a reproductive age females, and in the innovative economic systems is a period of "ripening" the innovations, their time of development from an idea – to the market. A list over of innovative advantages of development IT and production of electromobiles is brought, as one of the most dynamic industries of world economy. A promising direction for further research is the dissemination of the proposed approaches and the results obtained for forecasting the dynamics and development of solutions for managing the system of introduction of innovations into production.

Key words: dynamics of the systems, dynamics of the economic systems, information technologies, dynamics of populations, the generalized Fibonacci's model.

МОДЕЛЮВАННЯ ГРАНИЧНИХ СТАНІВ В ДИНАМІЦІ СИСТЕМ ЖИВОЇ І НЕЖИВОЇ ПРИРОДИ

I. Г. Грабар¹, О. І. Грабар²

¹ Житомирський національний агроекологічний університет
бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

² Державний університет «Житомирська політехніка»
вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, Україна, 10005

Стаття присвячена виявленню універсальних математичних підходів до кількісного моделювання динаміки систем різноманітної фізичної природи. Мета досліджень: обґрунтувати можливість використання спільних підходів до кількісного моделювання динаміки систем живої і неживої природи.

В результаті виявлено умови і діапазони застосування спільних дискретних моделей розвитку техніки, динаміки популяцій, економічних моделей тощо. Побудована узагальнена модель Фібоначчі, що дозволяє прогнозувати вказані процеси для різних значень параметра передісторії γ . Дається кількісне порівняння запропонованого наближення узагальненої моделі Фібоначчі з експериментальними значеннями. Показано, що загальновідома закономірність розвитку інформаційних технологій – подвоєння кількості транзисторів на інтегральних схемах протягом кожних 18 місяців, що часто називається «закон Мура», – є частковим випадком узагальненого ряду Фібоначчі. Запропоновані співвідношення для кількісної оцінки масштабного множника темпів зростання системи q та встановлено його зв'язок з параметром γ , що має наступний фізичний зміст: для динаміки популяцій γ характеризує період досягнення самками репродуктивного віку, а в інноваційних економічних системах – період «дозрівання» інновацій, тобто їх час розвитку від ідеї – до ринку. Наведено перелік інноваційних переваг розвитку ІТ та виробництва електромобілів як одних із найдинамічніших галузей світової економіки. Перспективним напрямом подальших досліджень є розповсюдження запропонованих підходів та отриманих результатів для прогнозування динаміки та розробки рішень з управління системою впровадження інновацій у виробництво.

Ключові слова: динаміка систем; динаміка економічних систем; інформаційні технології; динаміка популяцій; узагальнена модель Фібоначчі.

Вступ

Про світ лінійний і нелінійний з часів виникнення синергетики сказано і написано дуже багато. І якщо з давніх давен науковці та дослідники природи і техніки намагалися лінеаризувати моделі природних явищ і процесів: лінійні моделі простіші для прогнозу та передбачення (вперед і назад по часовій осі), лінійні контури простіші у виготовленні на існуючих верстатах, то останні 40 років підходи до нелінійності кардинально змінились. Адже власне феномен життя – явище нелінійне, і саме існування живих організмів – явище нелінійне. Саме в нелінійній постановці. Ілля Пригожин у моделі брюсселятора показав, що існування живої клітини можливе лише завдяки нелінійності моделі! (Prigogine & Stengers, 1984)

Фостер Лінн стверджує, що законам розвитку природи характерний ріст з прискоренням (а це – також нелінійність!), що обумовлено наявністю в природних явищах позитивного зворотного зв'язку (Foster, 2008). Наприклад, венчурний капітал охоче йде у «проривні» технології, котрі, в свою чергу, руйнують (роблять непотрібними!) старі технології і виробництва.

Які максимально можливі темпи зростання в динаміці систем живої і неживої природи? Які максимальні темпи зростання інноваційної економіки здатен ініціювати венчурний капітал? Спробуємо відповісти бодай на частину цих питань та запропонувати моделі їх кількісного прогнозування.

Так, щорічне зростання економіки країни в

5–6 % сприймається цілком природньо і свідчить про досить пристойний розвиток економіки країни чи групи країн. Хоча були періоди у багатьох країн, коли темпи розвитку сягали 10–12 %, а в деяких галузях – і 50–60 %, причому протягом кількох років підряд. Які чинники на це впливали?

У живій природі дуже актуальне питання – динаміка популяцій. Якою вона може і має бути? Як швидко можна наростити, наприклад, поголів'я ВРХ, свиней, овець? Як найшвидше можна розмножити новий сорт пшениці, картоплі, гречки? Як швидко може розростися зона враження новим захворюванням чи шкідником культурних рослин та с.-г. тварин?

Нині в кожній із названих галузей економіки, екології, інформаційних технологій (ІТ), машинобудування, сільського господарства накопичені емпіричні та теоретичні моделі, що дозволяють прогнозувати вказані показники. Аналізуючи їх, ми ставили за ціль виявити певні спільні риси для моделей найрізноманітніших явищ і процесів живої і неживої природи.

Матеріали та методи

Одне із завдань – розкриття спільних математичних закономірностей розвитку ІТ протягом останніх 50 років, продаж електромобілів протягом останнього десятиріччя, розкриття магічної природи «закону Мура» і чисел Фібоначчі, їх зв'язок із «золотою» пропорцією, зростання енергетичної ефективності обробки інформації та інше. Інше завдання: отримати моделі для кількісного прогнозування

впливу часу досягнення самками репродуктивного віку на динаміку популяції, а також впливу часу впровадження інновації «від ідеї – до ринку» на граничні темпи росту якісних та кількісних показників інноваційної економічної системи.

Результати досліджень та обговорення

Розвиток світової економіки стає все більш інноваційним, тобто вплив науки і високих технологій стає все більш значимим. Обсяги світового ринку наукоємної продукції до 2022 перевищать \$52,5 млрд (Larin et al., 2019).

Зокрема, що перші топ-50 компаній світу належать до високотехнологічного сектору і мають рентабельність більше 15 %, що в два рази більше традиційного сектору економіки. Однак масове впровадження інновацій має низку об'єктивних та суб'єктивних обмежень, що пояснюються цілою низкою факторів: інституціональних і регіональних, психологічних і соціальних (Tokarev, 2014), пов'язаних складними взаємовідносинами науковців, інженерів, виробників і покупців інноваційних продуктів. Оскільки інновація несе в собі значний елемент невизначеності, а значить – ризику, то і шлях їх від наукової лабораторії до ринку – дуже непростий.

В якій мірі особливий статус займає сегмент ринку ІТ, де попит не спадає більше, як пів століття, а значить і елемент невизначеності, і елемент ризику – значно менші. Тому й нема обмежень інвестицій в ІТ-дослідження.

Ось деякі особливості розвитку ІТ, що визначають їх інноваційність:

- висока прибутковість;
- дуже висока мотивація працюючих;
- жорстка конкуренція;
- найвищі пріоритети наукових розробок;
- практично відсутня залежності від сировини;
- відносно просте впровадження;
- дружність до навколишнього середовища;
- необмежений ринок споживачів;
- надвисока додана вартість;
- простота тиражування розробок;
- практична незалежність від кордонів та інші.

Ринок ІТ наразі фактично об'єднав всі сфери діяльності Людства і запровадив стільки нових

напрямків людської діяльності, скільки не вдавалося жодній інновації за всю історію цивілізації. Зародившись як відповідь на запит полегшення рутинної людської праці в області обчислень (в 1950–1980 рр. навіть курс для студентів називався ОТІЕР – обчислювальна техніка в інженерних та економічних розрахунках) ІТ прийшли до автоматизованих систем управління складних інженерних рішень (космічні об'єкти, складні виробничі комплекси, торговельні мережі тощо) та на сьогоднішній день ІТ прийшли в кожен дім: сучасний мобільний телефон, побутовий комп'ютер, холодильник, пральна машина, пілосос, розумний дім – це все витвори апаратної та програмної складових ІТ. І в середньостроковій перспективі цей сегмент ринку буде лише наростати. До речі, в середовищі ІТ електромобіль інтегрується значно простіше, ніж автомобіль з двигуном внутрішнього згоряння, так як в другому випадку є необхідність всі сигнали ДВЗ перетворювати в електричний сигнал, зрозумілий для ІТ.

Саме наведені інноваційні складові ІТ забезпечують приріст основних показників на рівні 60 % щорічно (тобто подвоєння кожні 1,5 року – згідно з «законом» Мура).

З іншої сторони, згідно з доповіддю «Глобальний інноваційний індекс» в 2017 році, підготовленою спільно Корнельським університетом, школою бізнесу INSEAD та Всесвітньою організацією інтелектуальної власності (BOIC), очолюють рейтинг на терені інновацій Швейцарія, Швеція, Нідерланди, США та Великобританія. В щорічному моніторингу інноваційного індексу, що обчислюється для 130 країн за кількома десятками параметрів – від кількості заявок на патенти, витрат на наукові дослідження, НДДКР, освіти тощо – всі види діяльності держави, що впливають її інноваційну активність. Саме знання та інновації є локомотивом економічного зростання глобальної економіки. До речі, в 2018 г. Швейцарія восьмий рік підряд очолила загальний рейтинг інноваційної активності. Так, її індекс EIS (European Innovation Scoreboard) в 2018 році досяг значення 0,8. В тому ж 2018 році в Україні EIS=0,14, що забезпечило нашої державі останнє місце в Європі, тоді як навіть в Росії – 0,345, а в цілому по ЄС – 0,504.

Теоретичні відомості. Динаміка багатьох

систем механіки, електро- динаміки, комп'ютерної техніки, економіки, екології, популяційної динаміки тощо в більшості випадків контролюється двома чи більше конкуруючими процесами. Це приводить до почергового накопичення та почергового переходу приведеної кінетичної енергії в потенційну та навпаки:

«Кінетична енергія системи» $\leftrightarrow$
«Потенційна енергія системи».

Як правило, в узагальнених координатах динаміку таких процесів для консервативних систем добре описують рівняння Лагранжа II роду :

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} \left(\frac{dL}{d\dot{q}_1} \right) - \frac{dL}{dq_1} &= 0; \\ \frac{d}{dt} \left(\frac{dL}{d\dot{q}_2} \right) - \frac{dL}{dq_2} &= 0; \\ &\dots \\ \frac{d}{dt} \left(\frac{dL}{d\dot{q}_s} \right) - \frac{dL}{dq_s} &= 0. \end{aligned} \quad (1)$$

де: q_s – узагальнені швидкості,

q_s – узагальнені координати,

$L = T - \Pi$ – функція Лагранжа, або різниця кінетичної та потенційної енергії системи для будь-якого моменту часу.

За наявності дисипативних сил (наприклад, сил тертя) праві частини в (1) замінюються відповідними дисипативними силами. Для перерахованих вище випадків наявність приблизно рівних конкуруючих процесів (1) приводить до замкненого аттрактора у випадку консервативної системи та спірального аттрактора і випадку дисипативної системи. При цьому, для обох типів систем, за наявності нелінійних складових, можливий перехід до дивних (хаотичних) аттракторів, наприклад, через каскад біфуркацій (Grabar, 2002; Grabar et al., 2015).

Особливий інтерес у розвитку даних систем виникає, коли частиною параметрів конкуруючих процесів можна знехтувати (Riznichenko & Rubin, 1993; Wilson, 1998; Chernousov, 2016). І особливо за умов, коли поведінка системи контролюється (принаймні, на заданому просторово-часовому інтервалі) одним параметром (Avilova, 2019). Тоді в межах цього інтервалу динаміка системи добре описується наближенням Мальтуса:

$$dX/dt = r \cdot X \quad (2)$$

Модель Мальтуса в популяційній динаміці описує експоненціальне зростання ($r > 0$) популяції при відсутності ворогів та обмежень на ресурси, у випадку економічних систем – наприклад, виробничих – за необмеженого наростання попиту і наявності матеріальних і енергетичних ресурсів, в інноваційних системах – вдосконалення виробів за необмеженого попиту, необмежених інвестицій та наявності матеріальних і енергетичних ресурсів тощо. Аналіз таких систем дозволяє отримати екстремальні оцінки їх динаміки. Так, із (2), розділивши змінні, отримуємо:

$$\ln x = c + rt \quad (3)$$

або:

$$X(t) = X_0 e^{rt} \quad (4)$$

Замінивши $r = q$, маємо:

$$X(t) = X_0 q^t \quad (5)$$

З (5) слідує, що для довільних проміжків часу $t = T; 2T; 3T; \dots nT$, $n \in \mathbb{N}$ отримуємо дискретний ряд:

$$\begin{aligned} X_1 &= X_0 q^T \\ X_2 &= X_1 q^T = X_0 q^{2T} \\ X_3 &= X_2 q^T = X_0 q^{3T} \end{aligned} \quad (6)$$

Для (6) справедливо:

$$\frac{X_1}{X_0} = \frac{X_2}{X_1} = \frac{X_3}{X_2} = \dots = \frac{X_n}{X_{n-1}} = q \quad (7)$$

А це означає, що модель Мальтуса (2) дає розв'язок, що є геометричною прогресією. І якщо $q = e^r > 1$, або $r > 0$, то геометрична прогресія – зростаюча, а при $q = e^r < 1$, або $r < 0$ – спадаюча.

Відомим прикладом такого розв'язку є ряд Фібоначчі

$$1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, \dots \quad (8)$$

Кожен наступний член цього ряду є сумою двох попередніх, а відношення

$$X_{j+1}/X_j = \tau = (1 + \sqrt{5})/2 = 1,61803\dots \quad (9)$$

де $\tau = 1,61803\dots$ – пропорція «золотого» перетину.

На прикладі узагальненої моделі популяції побудуємо узагальнений ряд Фібоначчі. Допущення моделі:

1. За кожен період відтворення T кожна репродуктивна самка народжує і вигодовує одну самку.

2. Виживання молодняка – 100 %.

3. Час досягнення самками репродуктивного віку $t = T^*$.

4. Кількість періодів відтворення T кожної самки необмежений.

Результати моделювання зведемо в таблицю 1.

Таблиця 1. Вплив параметра γ на динаміку популяції

Номер покоління	Чисельність популяції для заданих значень γ				
	$\gamma=0$	$\gamma=1$	$\gamma=2$	$\gamma=3$	$\gamma=4$
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
3	4	3	3	3	3
4	8	5	4	4	4
5	16	8	6	5	5
6	32	13	9	7	6
7	64	21	13	10	8
8	128	34	19	14	11
9	256	55	28	19	15
10	512	89	41	26	20
11	1024	144	60	36	26
	$q=2$	$q=1,618$	$q=1,4655$	$q=1,3805$	$q=1,3247$

Із таблиці 1 випливає, що в залежності від значення параметра γ , що визначає час досягнення самою репродуктивного віку, чисельність популяції визначається узагальненою моделлю Фібоначчі:

$$\gamma=0 \quad a_{i+1} = a_i + a_i$$

$$\gamma=1 \quad a_{i+1} = a_i + a_{i-1}$$

$$\gamma=2 \quad a_{i+1} = a_i + a_{i-2}$$

$$\gamma=3 \quad a_{i+1} = a_i + a_{i-3} \quad (10)$$

$$\gamma=4 \quad a_{i+1} = a_i + a_{i-4}$$

$$\gamma=5 \quad a_{i+1} = a_i + a_{i-5}$$

.....

$$\gamma = \gamma \quad a_{i+1} = a_i + a_{i-\gamma}$$

В таблиці 1 для кожного значення параметра γ наведено значення знаменника геометричної прогресії q . Нами запропоновано ітераційне наближення для визначення $q(\gamma)$:

$$q_{\gamma+1} \approx 1 + \ln q_\gamma \quad (11)$$

В таблиці 2 наведено порівняння експериментальних (табл. 1) та теоретичних (11) значень $q(\gamma)$.

Таблиця 2. Експериментальні та теоретичні значення параметра $q(\gamma)$

γ	0	1	2	3	4	5
$q_{\text{експ}}$	2	1,618	1,465	1,3805	1,3247	1,2853
$q_{\text{теор}}$	1,8553	1,618	1,4812	1,3928	1,3313	1,2862
$\delta, \%$	7,2	0	2,3	0,7	0,2	0,07

Із таблиці 2 слідує гарне співпадіння експериментальних та теоретичних (11) значень $q(\gamma)$ для $\gamma > 0$. На рис. 1 та рис. 2 наведені графіки наближень $q(\gamma)$ із таблиці 1 та ітераційної формули (11).

Апроксимація експериментальних (рис. 1) та отриманих з ітераційної формули (11) дозволила запропонувати два наближення функції $q(\gamma)$ для

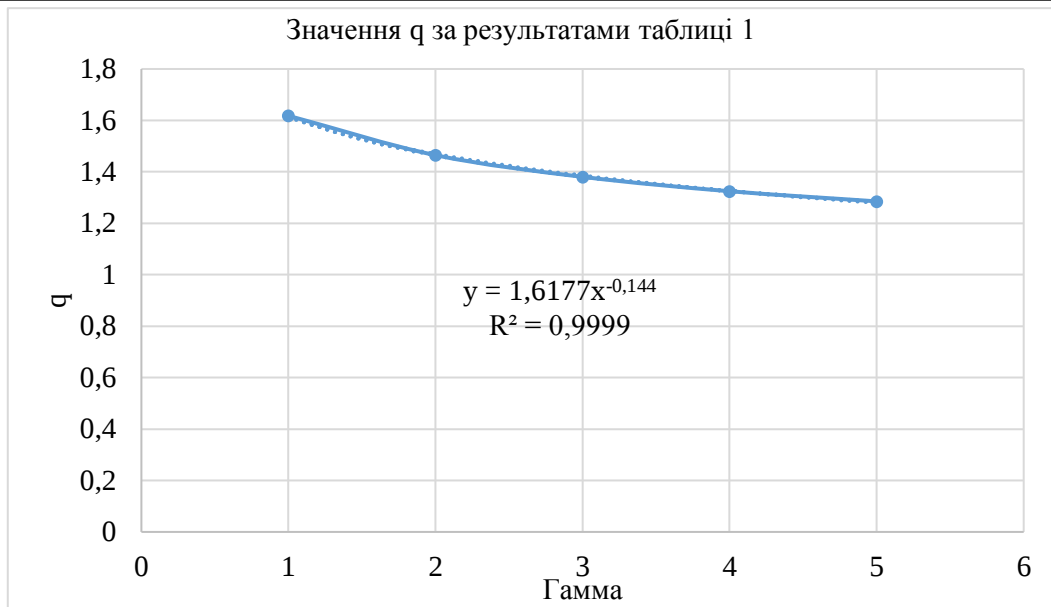
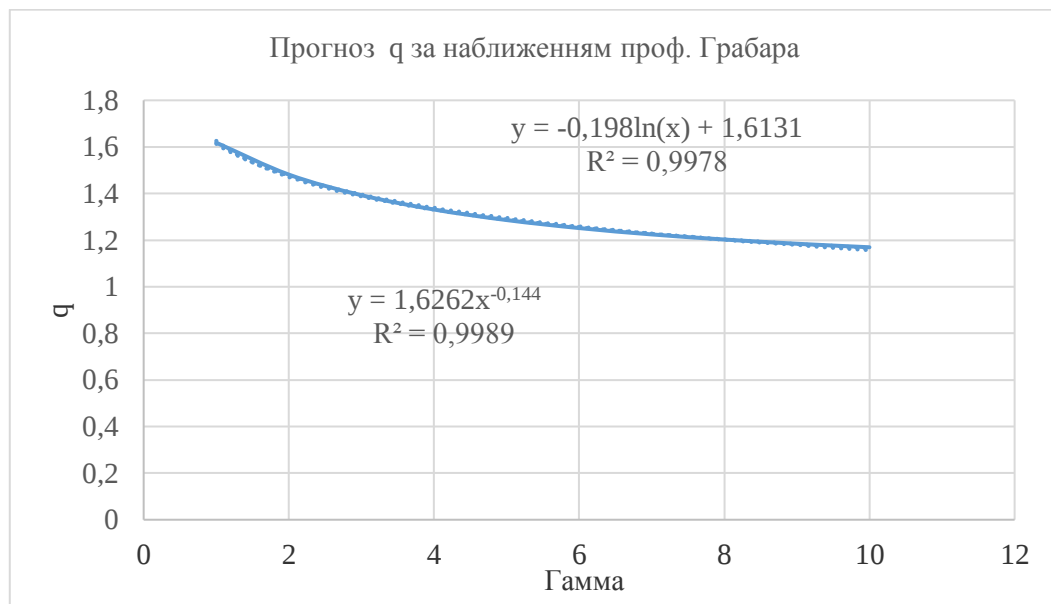
узагальненої моделі Фібоначчі:

$$q \approx \tau / \gamma^{0,144}; \quad R^2=0,9989 \quad (12)$$

$$q \approx \tau - 0,198 \ln(\gamma); \quad R^2=0,9978 \quad (13)$$

$$\text{де } \tau = 1,61803, \gamma > 0.$$

Покажемо, що відомі закони розвитку науки і техніки є частковими випадками узагальненої моделі Фібоначчі (10).

Рис. 1. Кількісна залежність параметра q від параметра γ за результатами таблиці 1Рис. 2. Кількісна залежність параметра q від параметра γ за результатами ітераційного наближення (11)

Приклад 1. Розвиток інформаційних технологій (ІТ): «закон» Мура і ряд Фібоначчі.

Як показано вище, для ряду Фібоначчі (8) виконується (9). Тоді для $\gamma=1$ будемо мати:

$$X_{j+1}/X_j = \tau; X_{j+2}/X_j = \tau^2; X_{j+3}/X_j = \tau^3 \dots (14)$$

«Закон Мура» найчастіше формулюють як подвоєння числа транзисторів на інтегральній схемі протягом кожних 18 місяців. Звідки слідує, що за два періоди по $T=18$ місяців, тобто за три роки (36 місяців), цей показник збільшується в 4 рази. Як слідує з (14), за три цикли ряду

Фібоначчі маємо:

$$X_{j+3}/X_j = \tau^3 = 4,236 = (2,052)^2 (15)$$

Тобто «закон» Мура з похибкою не гірше 2,6 % відповідає відомому ряду Фібоначчі, який, в свою чергу, описує динаміку популяції (2) для $\gamma=1$ (табл. 1). На рис. 3–5 та в табл. 3 (Ishakov, 2018) наведено числові дані, що демонструють динаміку розвитку ІТ протягом останніх 30–50 років. Аналіз цих даних показує, що $q \approx \tau = 1,618$, тобто наближається до узагальненого ряду Фібоначчі.

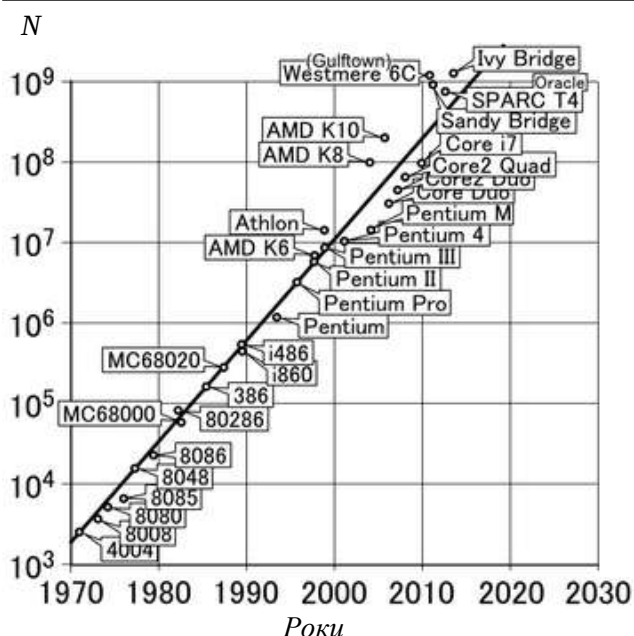


Рис. 3. Кількість транзисторів N на одній інтегральній схемі відомих ІТ-компаній світу як функція року початку випуску ($q=1,4251$)

Таблиця 3. Динаміка числа транзисторів на інтегральних схемах корпорації Intel за 32 роки ($q=1,47$)

№ з/п	Процесор	Рік початку випуску	Кількість транзисторів
1	4004	1971	2 300
2	8008	1972	2 500
3	8080	1974	5 000
4	8086	1978	29 000
5	286	1982	120 000
6	Intel 386TM	1985	275 000
7	Intel 486TM	1989	1 180 000
8	Intel Pentium®	1993	3 100 000
9	Intel Pentium® II	1997	7 500 000
10	Intel Pentium® III	1999	24 000 000
11	Intel Pentium® IV	2000	42 000 000
12	Intel Itanium®	2002	220 000 000
13	Intel Itanium® 2	2003	410 000 000

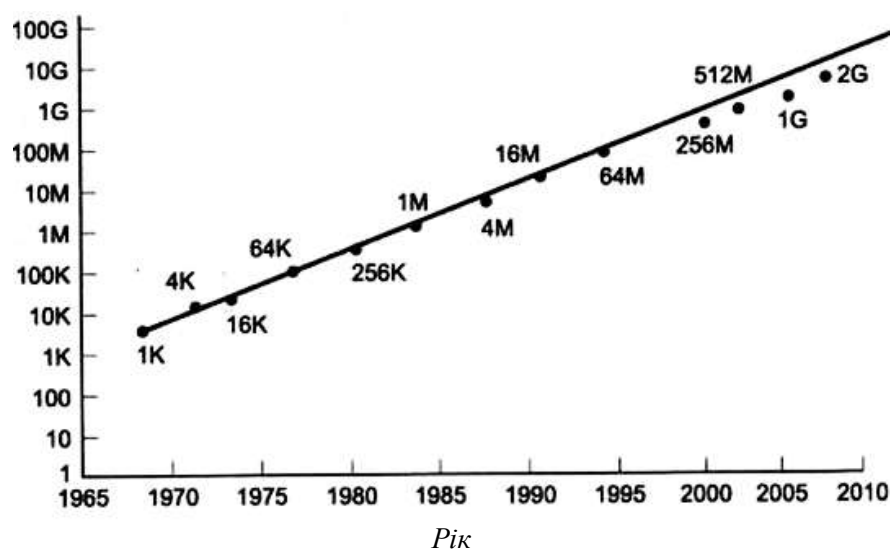


Рис. 4. Закон Мура: кількість транзисторів на одній мікросхемі подвоюється кожні 18 місяців, тобто на 60 % щорічно. Точки на графіку – об'єм пам'яті в бітах ($q=1,47$)

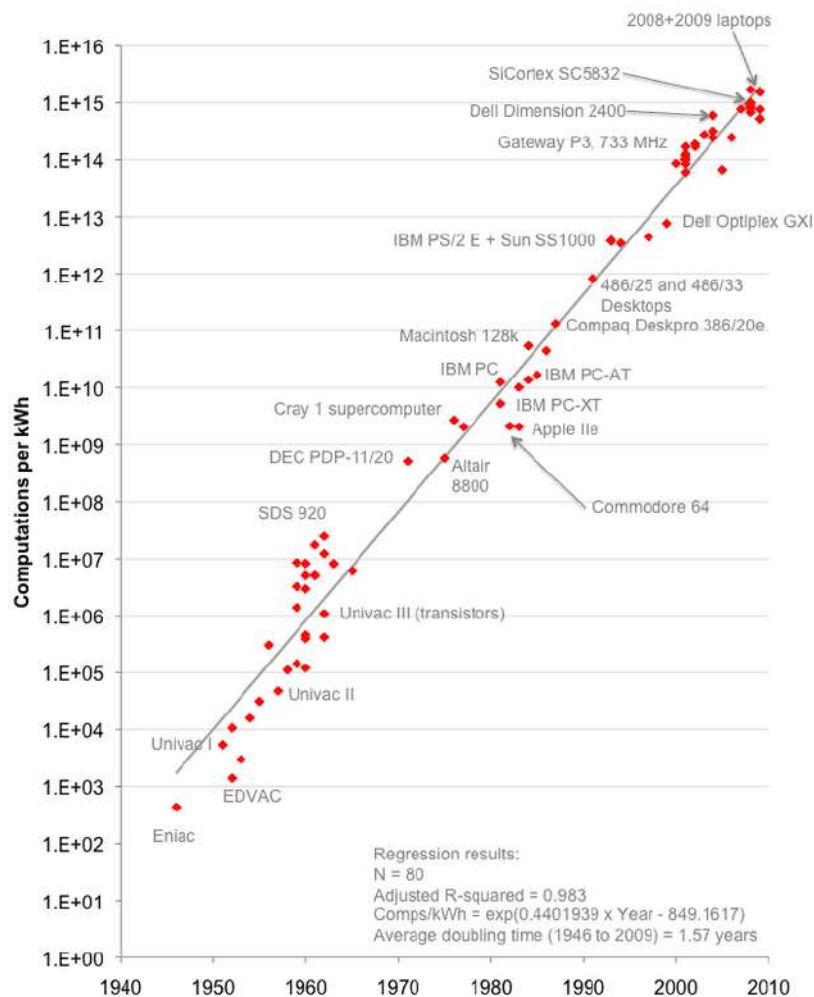


Рис. 5. Закон Мура: ріст енергетичної ефективності обробки інформації за 65 років, $q = 1,5476$ (Alizar, 2011)

За даними Jonathan Koomey, енергетична ефективність обробки інформації (кількість обчислень на 1 кВт*годину витраченої енергії) протягом 65 років, починаючи з першого комп'ютера ENIAC 1946 року, подвоювалася кожні 1,6 року. Однак сумарне енергоспоживання електроенергії комп'ютерів у світі постійно зростає.

Інші прояви «закона Мура» (Skrabov, 2005):

- «найбільш вигідне число транзисторів на кристалі подвоюється щороку»;
- «технологічно можливе число транзисторів на кристалі подвоюється кожні два роки»;
- «продуктивність мікропроцесорів подвоюється кожні 18 міс.»;
- «тактова частота мікропроцесорів подвоюється кожні 18 міс.»;
- «обчислювальна потужність комп'ютера

подвоюється кожні 18 міс.»;

«доступна обчислювальна потужність подвоюється кожні 18 міс.»;

- «обчислювальна потужність, доступна за \$ 1, подвоюється кожні 18 міс.; або ціна одного мікропроцесора падає вдвічі кожні 18 міс.»;

«ємність пам'яті / жорстких дисків подвоюється кожні 18 міс., або ціна за 1 Мб падає вдвічі кожні 18 міс.» та інші спостереження.

Приклад 2. Феномен поширення електромобілів.

Протягом останніх 10 років, перш за все, завдяки інноваційній діяльності Ілона Маска, у світі відновлюється величезний інтерес до електромобілів. Аналіз розвитку ринку електромобілів показує, що світові автовиробники активно шукають шляхи до освоєння цього сегменту ринку, який

розвивається надзвичайно стрімко (рис. 6–7). Низка інноваційних проривів, і, перш за все, у сфері виробництва тягових батарей (літій-іонних

та графенових) вивели виробництво електромобілів в одну з найдинамічніших галузей.



Рис. 6. Динаміка зростання кількості електромобілів у світі за 2014–18 рр., млн шт. (знизу до верху: Китай – темно-синій колір, США – синій, Норвегія – блакитний, Японія – червоний, Франція – помаранч, Великобританія – зелений, Нідерланди – світло-зелений, Німеччина – жовтий, решта світу – сірий)
Джерело: побудовано за даними (Sidorovich, 2019).

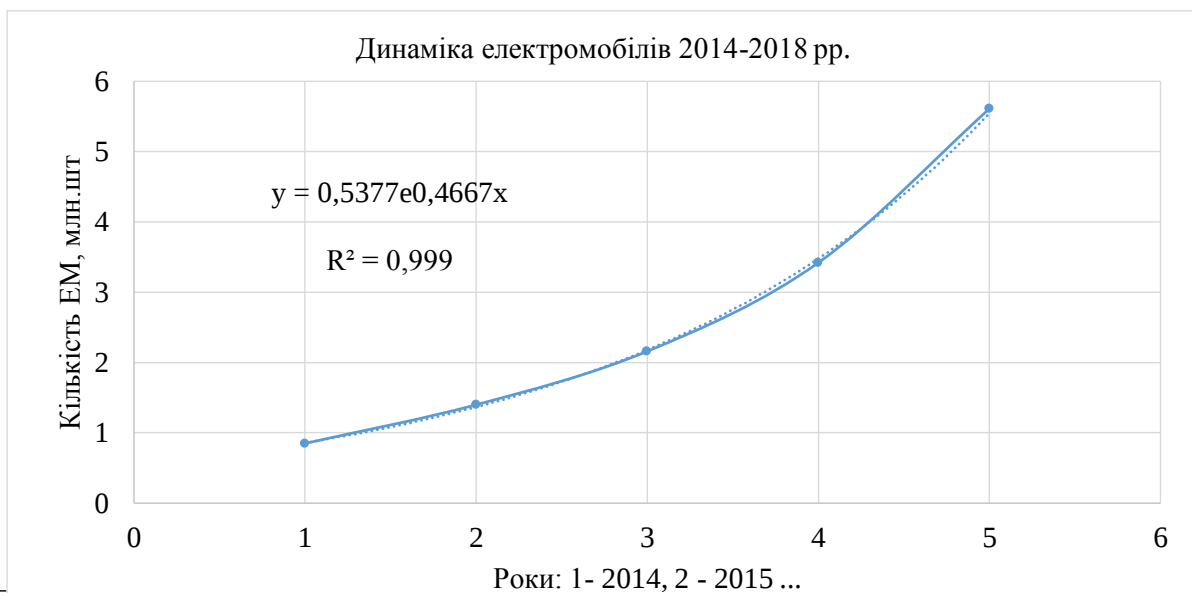


Рис. 7. Апроксимація зростання кількості електромобілів: практично співпадає із «законом Мура» та рядом Фібоначчі для $\gamma=1$ ($q=1,595$)

Як слідує з рис. 7

$$N = 0,5377 \times \exp(0,4667 \times t) ; R^2 = 0,9995$$

або

$$N = 0,5377 \times 1,595^t ; R^2 = 0,9995 ; \text{тобто } q = 1,595$$

інноваційна привабливість виробництва і

успішних продаж електромобілів забезпечується їх значними перевагами над автомобілями з двигунами внутрішнього згоряння (ДВЗ):

- економічність експлуатації (витрати на електроенергію складають 10–20 копійок на 1 км пробігу замість 2 грн/км для ДВЗ);

- відсутність викидів CO_2 (принаймні, в зоні експлуатації електромобіля карбоновий слід відсутній);
- відсутність палива, антифризу, олів та фільтрів для них, що зменшує вплив електромобіля на екосистему та суттєво спрощує умови експлуатації;
- простота технічного обслуговування;
- простота конструкції, висока надійність і довговічність (20–25 років);
- можливість підзарядки від побутової електричної мережі, і особливо – в нічний час, за нічним тарифом;
- електродвигуни мають ККД до 90–95 % проти 22–38 % у ДВЗ;
- значно зменшений рівень шуму;
- можливість підзарядки акумуляторів під час гальмування і при русі з гори (рекуперація);
- можливість гальмування електродвигуном без використання механічних гальм;
- на перехрестях і в пробках 100 % економії енергії, так як повністю відпущена педаль газу автоматично переводить двигун у «сплячий режим»;

• можливість майже повної відмови від механічних трансмісій, що зменшує масу і вартість електромобіля;

• відсутність високих температур в робочому циклі;

• зменшення кількості деталей в 5–10 разів;

• практично відсутнє тертя ковзання тощо.

І найголовніша перевага електромобіля – це, мабуть, остання надія людства на можливість виправити екологічну ситуацію в містах. Сумарно ці переваги ініціювали той бум на ринку електромобілів, що більше 5 років забезпечує $q=1,595$, або щорічний їх приріст на рівні 60 %.

Сорочки нейлонові і губи силіконові, плащі Болонья і мобільні телефони, електромобілі і яхти – як це впливає на якість життя людей, і з якою швидкістю ринок формує запит на дані товари, і з якою швидкістю бізнес задовольняє попит? Як довго виконується той чи інший темп економічного розвитку регіону, галузі чи країни? Одним з найвпливовіших чинників є розмір ніші, що відкрилася (Tokarev, 2014). На рис. 8 зображено типи ніш. Очевидно, для розвитку ІТ та електромобілів має відповідати ніша типу І.

3.5:

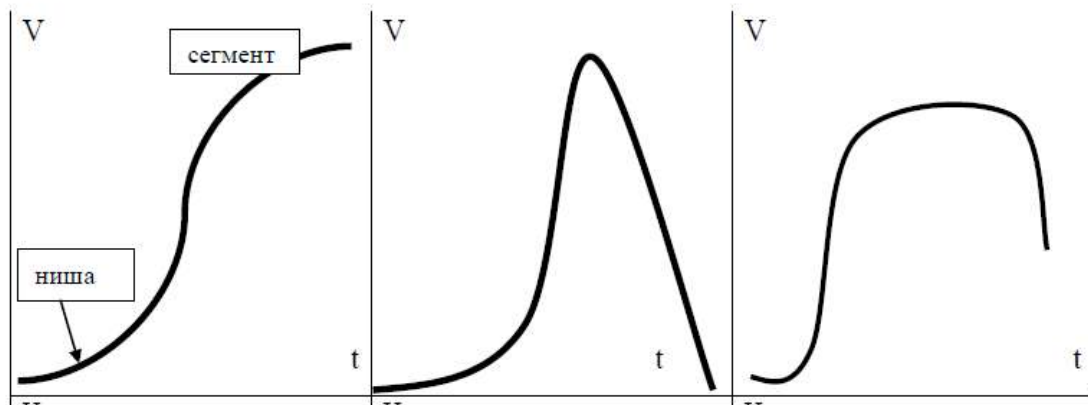


Рис. 8. Типи ринкових ніш:

І – ніша, що переростає в сегмент; II – короткострокова ніша; III – відносно стабільна ніша
Джерело: побудовано за даними (Tokarev, 2014).

Приклад 3. Моделювання чисельності населення Землі.

Чисельність населення Землі по моделі 2 (режим із загостренням) демонструє експоненційний ріст з $q=1,002225$, що відповідає моделі з $\gamma=888$, тобто відповідає узагальненому ряду Фібоначі:

$$a_{i+1} = a_i + a_{i-888}$$

Зрозуміло, що допущення моделі (по одній дівчинці на сім'ю, без природнього вибуття, 100 % виживання новонароджених) дала дуже далеке від природніх вікових обмежень людини $\gamma=888$ років.

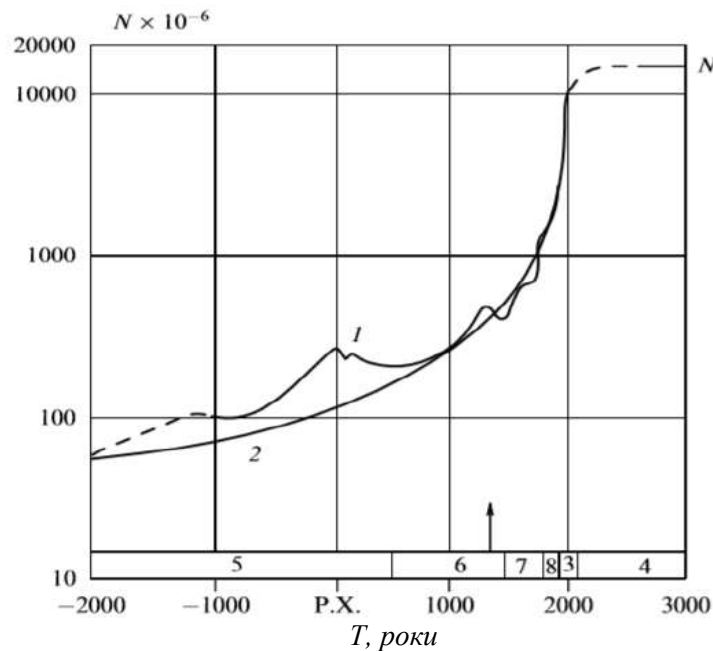


Рис. 9. Динаміка росту населення Землі: 1 – експериментальні дані;
2 – модель режиму із загостренням

Джерело: побудовано за даними (Kapitsa, 1996).

Приклад 4. Рай для мишей, або дослід Келхуна «Планета-25». На рис. 10 наведено результати натурного експерименту американського біолога Дж. Келхуна, де показано зміну чисельності популяції мишей у замкненому просторі за необмежених ресурсів їжі, води та повітря (John B Calhoun, 1973). Тобто в умовах, наближених до

райських (що нагадує приславету модель «суспільства споживання»). Як слідує із рис. 10, лише фаза В та фаза С відповідає узагальненій моделі Фібоначчі, а на наступних фазах верх беруть процеси деградації, що призводять до виродження та загибелі популяції.

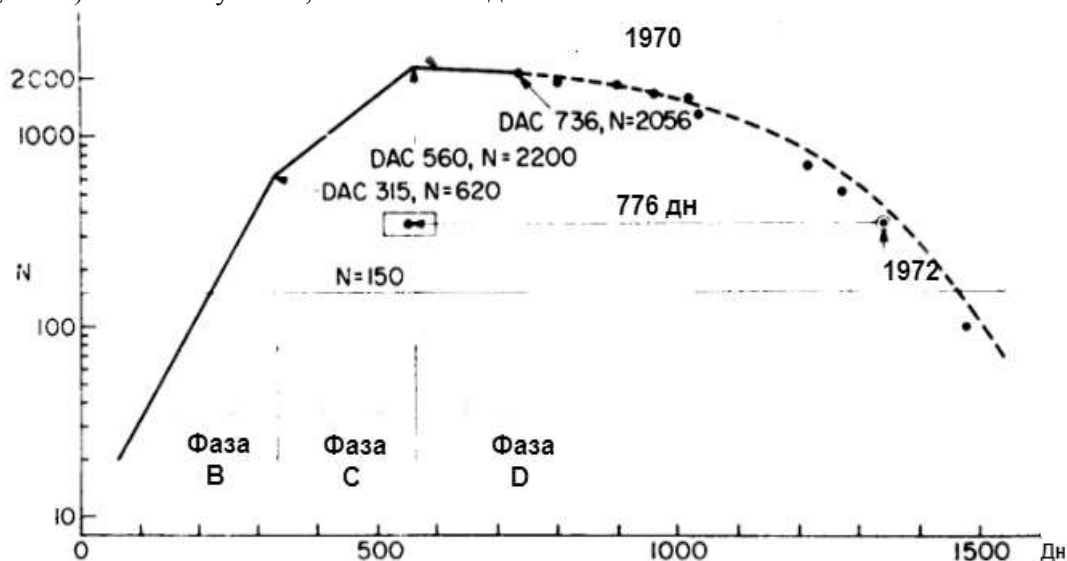


Рис. 10. Кількісні зміни популяції мишей у замкненому утопічному просторі DAC – кількість днів від початку експерименту (Д. Келхтун) (John B Calhoun, 1973):
для фази В: $N(t) = 20 \cdot 2^{((t-50)/54)}$ $t=50 \dots 315$ діб, для фази С: $N(t) = 620 \cdot 2^{((t-316)/134)}$ $t=315 \dots 560$ діб

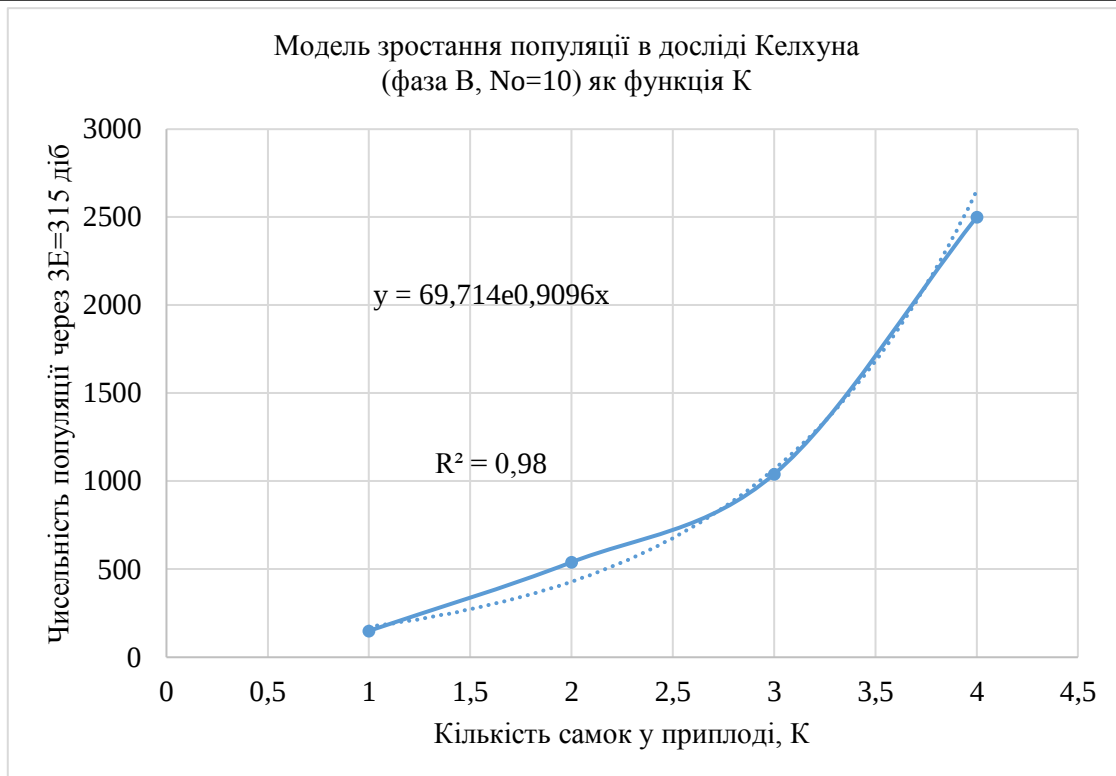


Рис. 11. Апроксимація результатів експерименту Келхуна для фази В:
($N = 620$, $K^*=2,4$; $T=105$; $q=2,013$)

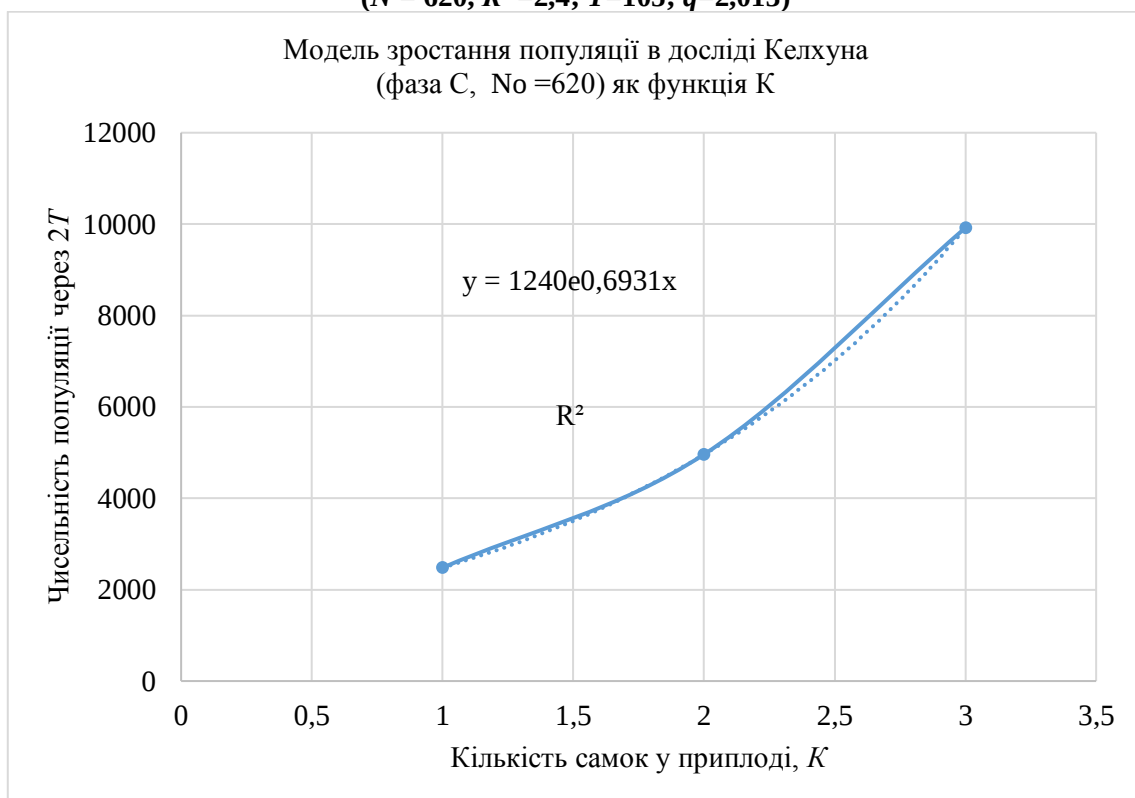


Рис. 12. Апроксимація результатів експерименту Келхуна для фази С
($N=2200$; $K^*=1,83$; $T=122$; $q=1,303$)

Приклад 5. Експорт високотехнологічних товарів і послуг.

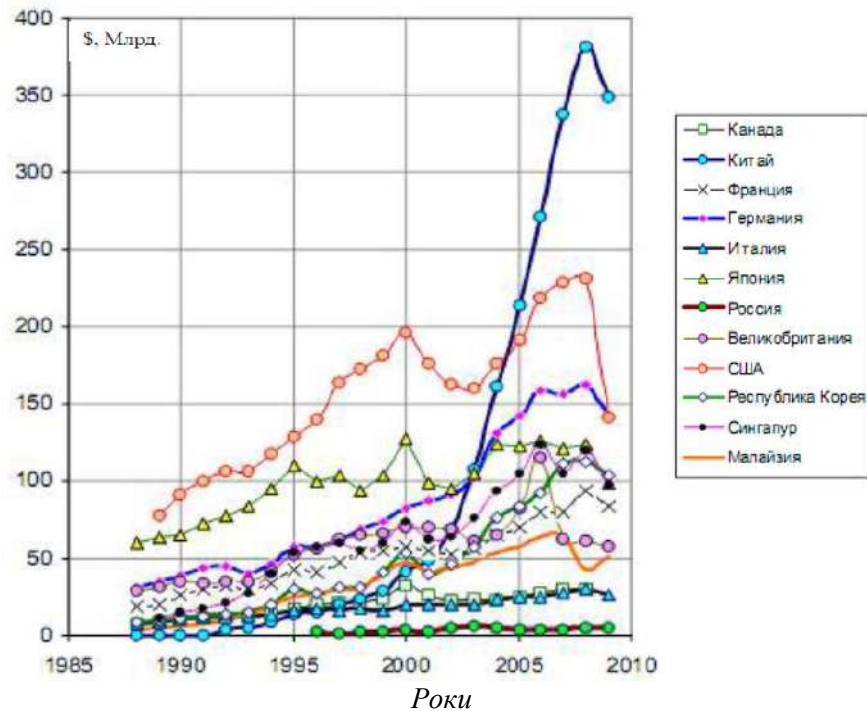


Рис. 13. Експорт високотехнологічних товарів та послуг:
для Китаю з 1993 по 2008 рр. $q=1,418$ ($\gamma=2,50$)

Джерело: побудовано за даними (Tokarev, 2014).

Результати моделювання, наведені у прикладах 1–5, зведемо в таблицю 4.

Таблиця 4. Зведені значення параметрів q і $\gamma_{прив}$ для прикладів 1–5.

№ з/п	Модель	q	$\gamma_{прив}$	Джерело
1	Зростання числа транзисторів на інтегральній схемі (закон Мура)	1,587	1,43	<i>Skrabov A. (2005)</i>
		1,425	2,41	<i>Ishakov M. (2018)</i>
		1,47	1,88	
2	Ріст енергетичної ефективності обробки інформації	1,548	1,362	<i>Alizar A. (2011)</i>
3	Зростання числа електромобілів у світі	1,595	1,104	<i>Sidorovich V. (2019)</i>
4	Демографічна модель С. П. Капіци	1,00222	888	<i>Kapitsa S. P. (1996)</i>
5	Модель Келхуна, фаза В Модель Келхуна, фаза С	2,013	0	<i>John B Calhoun (1973).</i>
		1,303	4,45	<i>John B Calhoun (1973).</i>
6	Динаміка експорту Китаю високотехнологічних товарів та послуг з 1993 по 2008 рр.	1,418	2,5	<i>Tokarev B. G. (2014)</i>

Із таблиці 4 слідує можливість прогнозування динаміки систем різноманітної природи для випадків, коли провідним є один параметр, а обмеження на ресурси можна знехтувати. Тоді застосування дискретної узагальненої моделі Фібоначчі лише з одним параметром $\gamma_{прив}$ — глибиною післядії (час досягнення

репродуктивного віку для моделей популяційної динаміки та умовний час «дозрівання» інновацій для економічних моделей) дає гарне співпадіння з експериментальними даними. І якщо в екологічних системах основним мотиватором зростання популяції є наявність ресурсів, то в економічних системах необхідна інноваційна

складова, котрій, як правило, передують глибокі фундаментальні дослідження, екологічність, необхідні ресурси, корисність для суспільства, сприятливе законодавство, наявність активного населення, обмеження корупції «перевіряльників» тощо. Все це разом може забезпечити щорічні темпи зростання до 60 % і більше навіть протягом тривалого періоду. Розвиток ІТ та електромобілів – цьому підтвердження.

Висновки

1. Показано, що для моделювання динаміки процесів у багатьох системах живої і неживої природи діють спільні кількісні моделі.

2. Показано, що емпірична закономірність розвитку ІТ, яку частіше називають «законом Мура», насправді є частковим випадком моделі розвитку популяції з $q > 1,618$ та $\gamma = 1$ (ряду Фібоначчі).

3. Ріст числа електромобілів протягом останніх шести років також відповідає «закону Мура»: щорічним зростанням в межах 60 %.

4. Виявлено універсальну закономірність впливу параметра γ (кількість біологічних циклів до досягнення самкою репродуктивного віку) з узагальненим співвідношенням Фібоначчі: $a_{i+1}(\gamma) = a_i + a_{i-\gamma}$

5. Виявлено, що γ -ряди є геометричними прогресіями:

$$X_{i+1}/X_i(\gamma) = q_\gamma,$$

причому, знаменник її може бути обчислений за допомогою універсального ітераційного співвідношення:

$$q_{\gamma+1} \approx 1 + \ln q_\gamma$$

6. Показано, що для динаміки систем з одним періодом затримки до досягнення «репродуктивного віку» максимальний масштаб самовідтворення (при наявності ніші відповідної потужності):

$$q_{\max} \leq (1 + \sqrt{5})/2 = 1,618, \text{ або } 61,8 \, \%.$$

References

Alizar, A. (2011). «Zakon Mura» dlya energoeffektivnosti kompyuterov [Moore's Law for the Energy Efficiency of Computers]. Retrieved from <https://habr.com/ru/post/128575/> [in Russian].

Avilova, K. V. (2019). Struktura i dinamika chislennosti gorodskoy populyatsii Gogolya (bucephala clangula, anseriformes, anatidae) v Moskve [The structure and dynamics of the urban population of the gogol (bucephala clangula, anseriformes, anatidae) in Moscow]. *Zoologicheskii*

zhurnal, 98 (5), 543–555. doi: 10.1134/S0044513419030036 [in Russian].

Calhoun, J. B. (1973). Death Squared: The Explosive Growth and Demise of a Mouse Population. *Proc. roy. Soc. Med.*, 66 (1), 80–88.

Hrabar, I. H. (2002). Termoaktyvatsiyni analiz ta synerhetyka ruinuвання [Thermoactivation analysis and synergetics of destruction]. *Zhytomyr : ZhITI* [in Ukrainian].

Hrabar, I. H., Danik, Yu. H. & Kovbasiuk, S. V. (2015). Metodolohichni osnovy naukovykh doslidzen. Matematychnye modeliuvannya ta optymizatsiia skladnykh system [Methodological foundations of scientific research. Mathematical modeling and optimization of complex systems]. *Zhytomyr : Zhytomyrskiy viiskoviy instytut* [in Ukrainian].

Ishakov, M. (2018). Zakon Mura – 7 interesnykh faktov [Moore's Law – 7 Interesting Facts]. Retrieved from <https://bezopasnik.info/> [in Russian].

Kapitsa, S. P. (1996). Fenomenologicheskaya teoriya rosta naseleniya Zemli [Phenomenological Theory of Earth's Population Growth]. *Uspekhi fizicheskikh nauk*, 166 (1), 63–80 [in Russian].

Larin, S. N., Elizarova, M. I., Sokolov, N. A. (2019). Analiz razvitiya mirovogo ryinka naukoemkoy produktsii na primere tehnologiy iskusstvennogo intellekta [Analysis of the development of the global market for high-tech products using the example of artificial intelligence technologies]. *Journal of Economy and Business*, 5 (1), 119–129. doi: 10.24411/2411-0450-2019-10637 [in Russian].

Prigogine, I. & Stengers, I. (1984). Order out of chaos Man's new dialogue with nature. London : Heinemann.

Riznichenko, G. Yu. & Rubin, A. B. (1993). Matematicheskiye modeli biologicheskikh produktsionnykh protsessov [Mathematical models of biological production processes]. Moskva : Izdatelstvo Moskovskogo universiteta [in Russian].

Skrobov, A. (2005). Zakon Mura [Moore's Law]. Retrieved from <http://cs.usu.edu.ru/study/moore/> [in Russian].

Sidorovich, V. (2019). Mirovoy park elektromobiley v 2018 g. [World Electric Vehicle Park 2018]. Retrieved from <https://renen.ru/the-world-fleet-of-electric-vehicles-in-2018-grew-by-64-to-5-6-million/> [in Russian].

Tokarev, B. G. (2014). Tokarev B. G. (2014). Metodologiya marketingovikh issledovaniy rynochnykh nish innovatsionnykh produktov

[Methodology of marketing research of market niches of innovative products]. (Dissertatsiya doktora ekonomicheskikh nauk). Gosudarstvennyy universitet upravleniya, Moskva [in Russian].

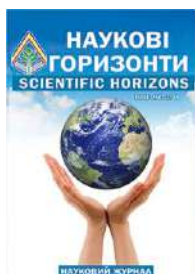
Topazh, A. G., Abramova, A. V. & Tolstopyatov, S. E. (2016). Diskretnyye modeli populyatsionnoy dinamiki: dostoinstva, problemy i obosnovaniye [Discrete models of population dynamics: advantages, problems and rationale]. *Kompyuternyye issledovaniya i modelirovaniye*, 8 (2), 267 [in Russian].

Foster, L. (2008). Nanotekhnologii. Nauka. innovatsii i vozmozhnosti [Nanotechnology. The science. Innovation and opportunity]. Moskva: Tekhnosfera [in Russian].

Chernousov, N. F (2016). Dinamika chislennosti

i demograficheskoy struktury populyatsiy maloy lesnoy myshi (*apodemus uralensis pallas. 1811*) (rodentia. muridae) na urbanizirovannykh territoriyakh Yuzhnotayezhnoy lesnoy zony [The dynamics of the number and demographic structure of the populations of the small forest mouse (*apodemus uralensis pallas. 1811*) (rodentia. Muridae) in the urbanized territories of the southern taiga forest zone]. *Povolzhskiy ekologicheskiy zhurnal*, 4, 507–517. doi: 10.18500/1684-7318-2016-4-507-517 [in Russian].

Wilson, G. W. (1998). Resolving discrepancies between deterministic population models and individual-based simulations. *American Naturalist*, 151 (2), 116–134.



UDC 630*22*23:630*44 (477.44)

EVALUATION OF WINTER-RESISTANCE KINDS OF MAGNOLIA L. IN THE CONDITIONS OF THE BIOSTATIONAR VINNYTSIA NATIONAL AGRARIAN UNIVERSITY

M. Matusiak

Article info

Received
06.02.2020
Accepted
11.03.2020

Vinnytsia
National Agrarian
University
3, Soniachna Str.,
Vinnytsia,
21008, Ukraine

E-mail:
mikhailo1988@gmail.com

Matusiak, M. (2020). Evaluation of winter-resistance kinds of Magnolia L. in the conditions of the biostationar Vinnytsia National Agrarian University. Scientific Horizons, 03 (88), 74–80. doi: 10.33249/2663-2144-2020-88-3-74-80.

The most sensitive to temperature changes, especially in winter and spring, are annual magnolia shoots, as evidenced by the formation of frost on plants. Therefore, for the successful introduction of magnolia in the temperate climate of Ukraine, it is necessary to select species capable of restructuring their physiological processes in the direction of increasing cold resistance, which will facilitate their adaptation in new conditions.

The analysis conducted to determine the features of winter-hardy species of the Magnolia genus in the Vinnitsa conditions shows that not all species of the genus can tolerate the climatic conditions of the region, and especially the winter period. According to the conducted observations, the beginning of shoot growth in the magnolia in the conditions of Vinnitsa is observed during the month of April. In species such as *Magnolia kobus* D.C., *Magnolia obovata* Thunb., *Magnolia acuminata* L., shoot growth begins in the first decade of April. In the second decade of April, the growth of shoots of *Magnolia Soulangeana* Soul. begins. In the third decade of April – the first decade of May, shoots begin to grow actively in *Magnolia tripetala* L. The terms of the end of the growth period and its duration vary greatly and depend on the geographical origin and species-specific features of the species, but, mainly, the magnolias introduced in Vinnitsa, finish their increment in length in the II–III decade of September – *Magnolia soulangeana* Soul., *Magnolia tripetala* L. In the species *Magnolia kobus* DC, *Magnolia obovata* Thunb., *Magnolia acuminata* L. shoot growth ends in the third decade of August and the first decade of September.

According to the 7-point Woolf winter hardiness scale, it was found that the highest winter hardiness in the conditions of VNAU biostationary (1 point) is possessed by species such as magnolia (*M. obovata* Thunb.), *Kobus* (*M. kobus* DC) and pointed (*M. acuminata* L.). Somewhat less winter hardiness is characterized by (2 points) *Magnolia Soulange* (*M. soulangeana* Soul.), That is, in winter freezing was less than 50 % of annual shoots, and the damage of annual shoots with low negative temperatures was 3–5 cm. The lowest winter hardiness in biostable conditions UNA (5 points) is noted magnolia triple (*M. tripetala* L.), the damage of the plant was up to the level of snow cover (almost 80 % of habitus). Deciduous species of the genus are winter-hardy, but in severe winters, such as *Magnolia Soulange* (*M. soulangeana* Soul.), *Stellate* (*M. stellata* (Siebold & Zucc.) Maxim.), Flower buds and annual shoots can be damaged. It is also important that with age magnolia increases not only the abundance of flowering, its duration, but also winter hardiness.

Key words: winter hardiness, introduction, growing season, magnolia, phenological observations, landscaping.

ОЦІНКА ЗИМОСТІЙКОСТІ ВИДІВ РОДУ *MAGNOLIA* L. В УМОВАХ БІОСТАЦІОНАРУ ВІННИЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО АГРАРНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

М. В. Матусяк

Вінницький національний аграрний університет
вул. Сонячна 3, м. Вінниця, 21008, Україна

Найбільш чутливими до перепадів температури, особливо взимку та навесні, є однорічні пагони магнолії, про що свідчать утворення морозобоїн на рослинах. Тому для успішного впровадження магнолії у помірному кліматі України необхідно підбирати види, здатні перебудувати свої фізіологічні процеси у напрямку підвищення холодостійкості, що сприятиме їх адаптації в нових умовах.

Проведений аналіз з визначення особливостей використання зимостійких видів роду Магнолія в умовах м. Вінниця свідчить, що не всі види роду однаково можуть переносити кліматичні умови регіону, а особливо зимовий період. Згідно з проведеними спостереженнями початок росту пагонів у магнолій в умовах м. Вінниці спостерігається протягом квітня місяця. У таких видів як *Magnolia kobus* D.C., *Magnolia obovata* Thunb., *Magnolia acuminata* L., ріст пагонів починається у першій декаді квітня. В другій декаді квітня починається ріст пагонів *Magnolia Soulangeana* Soul. В третій декаді квітня – першій декаді травня починають активно рости пагони у *Magnolia tripetala* L. Строки закінчення періоду росту і його тривалість дуже варіюють і залежать від географічного походження та видових специфічних особливостей виду, але, в основному, магнолії інтродуковані в м. Вінниця, закінчують свій приріст у довжину в II–III декаді вересня – *Magnolia Soulangeana* Soul., *Magnolia tripetala* L. У видів *Magnolia kobus* D.C., *Magnolia obovata* Thunb., *Magnolia acuminata* L. приріст пагонів завершується в III декаді серпня – першій декаді вересня.

Згідно з 7-бальною шкали зимостійкості Вульфа встановлено, що найбільшою зимостійкістю в умовах біостанціону ВНАУ (1 бал) володіють такі види, як магнолія оберненояйцеподібна (*M. obovata* Thunb.), Кобус (*M. kobus* D.C.) та загострена (*M. acuminata* L.). Деяко меншою зимостійкістю характеризуються (2 бали) Магнолія Суланжа (*M. soulangeana* Soul.), тобто за зимовий період обмерзання становило менше 50 % однорічних пагонів, а ураження однорічних пагонів низькими від'ємними температурами становило 3–5 см. Найменшою зимостійкістю в умовах біостанціону ВНАУ (5 балів) відзначається магнолія трипелюсткова (*M. tripetala* L.), ураження рослини становило до рівня снігового покриву (майже 80 % габітусу). Листопадні види роду зимостійкі, але в суворі зими, наприклад у магнолій Суланжа (*M. soulangeana* Soul.), зірчастой (*M. stellata* (Siebold & Zucc.) Maxim.), можуть пошкоджуватися квіткові бруньки та однорічні пагони. Важливим є і те, що з віком у магнолій підвищується не лише яскравість цвітіння, його тривалість, але і зимостійкість.

Ключові слова: зимостійкість, інтродукція, вегетаційний період, магнолія, фенологічні спостереження, озеленення.

Вступ

Все більше домінує тенденція впровадження в культуру інтродукованих видів рослин, які виділяються незвичними і цікавими ознаками. Одними із таких можна назвати види роду *Magnolia* L., які досить добре зарекомендували себе на території України. Головна проблема, яка поки що існує – це їх зимостійкість, так як не всі види роду добре переносять низькі від'ємні температури.

Чутливими до незначних температурних коливань зазвичай у зимовий та весняний періоди є однорічні пагони різних видів магнолій, що проявляється в утворенні морозобоїн та у подальшому їх всиханні. Тому основним

завданням успішної інтродукції представників роду Магнолія в умовах м. Вінниці, де основним лімітуючим фактором виступає температура взимку та весняні приморозки, доцільно підібрати ті види, які здатні переформувати свої фізіологічні та морфологічні процеси в напрямку підвищення морозостійкості, що сприятиме виживанню інтродукованих видів у нових для них ґрунтово-кліматичних умовах (*Palagecha et al.*, 2002).

Актуальність дослідження полягає у наведенні видового складу та структурно-функціональних особливостей зимостійких видів роду *Magnolia* L. в умовах біостанціону ВНАУ, а саме, як ті чи інші види переносять низькі температури в регіоні дослідження.

Матеріали і методи

Упродовж 2018–2019 рр. ми проводили фенологічні спостереження за 5 видами магнолій. Час настання фенофаз та їх тривалість ми визначали за методикою фенологічних спостережень у ботанічних садах СРСР (Kokhno & Kurdiuk, 1994). Тривалість вегетаційного періоду визначали за кількістю днів від початку набубнявіння бруньок до масового листопаду (Korshuk, 1999). Цвітіння магнолій оцінювали за шестибальною шкалою Калініченка О. А. (Minchenko & Korshuk, 1987). Оцінку зимостійкості видів роду *Magnolia* L. ми здійснювали за 7-бальною шкалою німецького ботаніка Вульфа (Palagecha, 2004).

Метою роботи було визначити найбільш зимостійкі види роду *Magnolia* L., які знаходяться на території м. Вінниця та біостаціонару ВНАУ та прослідкувати успішність інтродукції даних видів в нових умовах зростання. Визначити рівень

зимостійкості різних сортів та видів роду Магнолія на основі проведених досліджень та вивчити вплив низьких температур на зміну морфометричних показників досліджуваних рослин.

Результати досліджень та їх обговорення

Магнолія (*Magnolia* L.) – один з найбільших за кількістю родів рослин родини магнолієвих, який включає близько 210 видів, названий іменем французького ботаніка П'єра Маньоля (фр. *Pierre Magnol*) (Korshuk & Palahecha, 2007).

Деякі види магнолій є вічнозеленими рослинами, але більшість з них це листопадні кущі та дерева, які можуть у природних умовах досягати 25–30 м. Основна декоративність даного роду проявляється у квітах, забарвлення яких варіюється від кремово-білих до темно-фіолетових (рис. 1). Цвітіння магнолій триває в травні–вересні місяці (Cicuzza et al., 2007).



Рис. 1. Різноманіття роду Магнолія за кольором і формою квітів

На території України використовуються в основному лише зимостійкі види роду Магнолія. До них можна віднести такі види: Магнолія Кобус (*Magnolia kobus* D.C.), Магнолія обернено-яйцеподібна (*Magnolia obovata* Thunb.), Магнолія Зібольда (*Magnolia sieboldii*) (Lapyn & Sydneva, 1973).

Але є і менш зимостійкі види: Магнолія Суланжа (*Magnolia soulangeana* Soul.) та її декоративні форми, Магнолія великолиста (*Magnolia macrophylla* Michx.), Магнолія трипелюсткова (*Magnolia tripetala* L.). (Palahecha et al., 2009).

Під час вивчення зміни морфометричних

показників досліджуваних видів магнолій до уваги брали саджанці 5–6 річного віку, висота яких становила в межах 1,5–1,8 м, а діаметр стовбура коливався в межах від 1,5 до 2,5 см.

При вивченні сезонного ритму розвитку магнолій в умовах м. Вінниці велику увагу ми приділяли періоду початку і завершення вегетації, росту пагонів та процесу цвітіння (Palagecha, 2004).

Всього проаналізовано 5 видів роду *Magnolia* L. (табл. 1). За початок періоду вегетації магнолій прийняли середню за два роки спостереження дату розпускання бруньок – брунькові лусочки розійшлися та помітний конус зелених листочків;

за кінець періоду вегетації – дату масового опало). В результаті, була підрахована тривалість листопаду (50 % від загальної кількості листків вегетаційного періоду).

Таблиця 1. Фенологічні спостереження за видами роду *Magnolia* L. (біостаціонар ВНАУ 2018–2019 рр.)

№ з/п	Вид	Бубнявіння бруньок	Розпускання бруньок		Цвітіння		Листопад	
			початок	кінець	масове	кінець	масовий	кінець
1	<i>Magnolia kobus</i> D.C.	10.03.	03.04.	26.04.	22.04.	30.04.	15.10.	27.10.
2	<i>Magnolia obovata</i> Thunb.	12.03.	07.04	30.04.	23.04.	02.05.	16.10.	29.10.
3	<i>Magnolia Soulangeana</i> Soul.	13.03.	08.04.	26.04.	24.04.	06.05.	17.10.	30.10.
4	<i>Magnolia acuminata</i> L.	14.03.	10.04.	29.04.	26.04.	08.05.	20.10.	28.10.
5	<i>Magnolia tripetala</i> L.	17.03.	21.04.	05.05.	28.04.	15.05.	29.10.	08.11.

За датами розпускання бруньок та масового листопаду вираховували середні за 2 роки строки початку та кінця вегетації для кожного виду та за ними класифікували рослини за фенологічними групами (табл. 2).

Згідно з отриманими даними, початок

вегетації магнолій припадає на березень місяць. Початок вегетації магнолій залежно від виду в умовах біостаціонару ВНАУ спостерігається в середньому упродовж 43 дні (з 15.03 по 28.04), а кінець вегетації – упродовж 22 днів (з 17.10 по 07.11).

Таблиця 2. Строки вегетації магнолій (2018–2019 рр.)

№ з/п	Вид	Початок вегетації	Закінчення вегетації	Тривалість вегетації, днів
1	<i>Magnolia kobus</i> D.C.	15.03–22.04	05.09–15.10	143
2	<i>Magnolia obovata</i> Thunb.	17.03–28.04	20.09–16.10	183
3	<i>Magnolia Soulangeana</i> Soul.	15.03–23.04	07.09–17.10	186
4	<i>Magnolia acuminata</i> L.	17.03–28.04	30.09–20.10	196
5	<i>Magnolia tripetala</i> L.	19.03–02.05	05.10–29.10	199

В результаті проведених досліджень нами встановлено, що більшість видів магнолій, які закінчують вегетацію в ранні та середні строки в умовах м. Вінниці – це вихідці із Далекого Сходу. Основна маса ж магнолій, що закінчують вегетацію пізно – це північноамериканські види.

Що стосується тих видів, які зростають у межах біостаціонару ВНАУ, то вони досить тривало проходять фази розтріскування бруньок та появи перших листків, навіть дещо відстають у розвитку від видів, які знаходяться в інших географічних точках м. Вінниці.

Інтенсивний ріст пагонів у довжину є однією з характерних особливостей магнолій. Вивчення закономірностей росту даних рослин в умовах інтродукції має важливе значення для оцінки перспективності і правильного добору способів застосування в озелененні.

За нашими спостереженнями початок росту пагонів у магнолій в умовах м. Вінниці спостерігається протягом квітня місяця. Всі досліджувані нами види магнолій розпочинають ріст пагонів у другій декаді березня (табл. 3).

Таблиця 3. Середні показники росту пагонів магнолій (біостаніонар ВНАУ, м. Вінниця, 2018–2019 рр.)

Вид	Дата початку росту	Дата закінчення росту	Середня тривалість росту за 2 роки, днів	Середній приріст за 2 роки, см
<i>Magnolia kobus</i> D.C.	10.03–03.04	30.09–15.10	183	28
<i>Magnolia obovata</i> Thunb.	12.03–07.04	02.10–16.10	193	21
<i>Magnolia Soulangeana</i> Soul.	13.03–08.04	14.10–17.10	203	55
<i>Magnolia acuminata</i> L.	14.03–10.04	15.10–20.10	203	24
<i>Magnolia tripetala</i> L.	17.03–21.04	28.10–29.10	224	60

Строки закінчення періоду росту і його тривалість дуже варіюють і залежать від географічного походження та видових специфічних особливостей, але, в основному, магнолії інтродуковані в м. Вінниця, закінчують свій приріст у довжину в II–III декаді жовтня (*Magnolia kobus* D.C., *Magnolia obovata* Thunb.). Майже у всіх видів приріст пагонів завершується в III декаді вересня–першій декаді жовтня. Згідно з отриманими даними також варто відмітити, що більшою інтенсивністю росту пагонів характеризуються менш зимостійкі види *Magnolia tripetala* L і *Magnolia Soulangeana* Soul (60 і 55 см, відповідно), а найменший приріст у *Magnolia obovata* Thunb. (21 см).

Упродовж 2018–2019 рр. нами була виконана

оцінка цвітіння 5 видів магнолій біостаніонару ВНАУ м. Вінниці (табл. 4).

Аналіз отриманих даних свідчить, що цвітіння спостерігали у *Magnolia kobus* і *Magnolia Soulangeana* (бал 3) – у інших видів, які представлені на території біостаніонару ВНАУ, цвітіння не відбувалося.

З усіх перелічених видів на території біостаніонару ВНАУ представлено 3 види зимостійких магнолій: оберненояйцеподібна (*M. obovata*), Кобус (*M. kobus*), та загострена (*M. acuminata*). Для порівняння зимостійкості магнолій нами було висаджено 2 менш зимостійкі види роду Магнолія – Суланжа (*M. soulangiana*) та трипелюстка (*M. tripetala*).

Таблиця 4. Оцінка цвітіння магнолій біостаніонару ВНАУ м. Вінниці (2018–2019 рр.)

Вид	Тривалість, днів	Оцінка цвітіння, бал
<i>Magnolia kobus</i> D.C.	16	3
<i>Magnolia obovata</i> Thunb.	–	1
<i>Magnolia Soulangeana</i> Soul.	20	3
<i>Magnolia acuminata</i> L.	–	1
<i>Magnolia tripetala</i> L.	-	1

В результаті проведених досліджень ми встановили, що найбільшою зимостійкістю в умовах біостаніонару ВНАУ (1 бал) володіють такі види як Магнолія оберненояйцеподібна (*M. obovata* Thunb.), Кобус (*M. kobus*) та загострена (*M. acuminata*). Дещо меншою

зимостійкістю характеризуються (2 бали) Магнолія Суланжа (*M. soulangiana*), тобто за зимовий період обмерзання становило менше 50 % однорічних пагонів, ураження однорічних пагонів низькими від'ємними температурами становило 3–5 см (рис. 2).



Рис. 2. Обмерзання однорічних пагонів Магнолії Суланжа

Найменшою зимостійкістю в умовах біостаціонару ВНАУ (5 балів) відзначається магнолія трипелюсткова (*M. tripetala*), ураження

рослини становило до рівня снігового покриву (майже 80 % габітусу), (рис. 3).



Рис. 3. Обмерзання багаторічних пагонів Магнолії трипелюсткової

Висновки

У роботі наведено теоретичні та практичні узагальнення щодо таксономічного складу інтродукованих магнолій у м. Вінниці. Досліджено вплив низьких від'ємних температур на ріст і розвиток магнолій. Згідно з проведеними дослідженнями можна зробити наступні висновки:

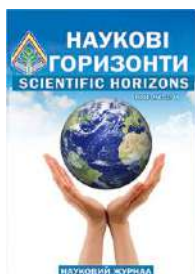
1. Більшою інтенсивністю росту пагонів характеризуються менш зимостійкі види – *Magnolia tripetala* L. і *Magnolia Soulangeana* Soul. (60 і 55 см, відповідно), а найменший приріст у *Magnolia obovata* Thunb. (21 см).

2. В умовах біостанціону ВНАУ процес цвітіння спостерігався лише у 2 видів – *Magnolia kobus* D.C., і *Magnolia Soulangeana* Soul. (бал 3). Тривалість цвітіння становила в межах 16–20 днів.

3. Досліджувані види магнолії за зимостійкістю розподілені на 3 групи: зимостійкі – 3 види (*Magnolia kobus* D.C., *Magnolia obovata* Thunb., *Magnolia acuminata* L.); досить зимостійкі – 1 вид (*Magnolia Soulangeana* Soul.); задовільно зимостійкі – *Magnolia tripetala* L.

References

- Cicuzza, D., Newton, A. & Oldfield, S. (2007). The Red List of Magnoliaceae. Cambridge, UK : Fauna & Flora International.
- Kokhno, N. A. & Kurdyuk, A. M. (1994). Teoreticheskiye osnovy i opyt introduktsii drevesnykh rasteniy v Ukraine [Theoretical foundations and experience of the introduction of woody plants in Ukraine]. Kiyev : Naukova dumka [in Russian].
- Korshuk, T. P. & Palahecha, R. M. (2007). Mahnolii (Magnolia L.) [Magnolias (Magnolia L.)]. Kyiv : Kyivskiy universytet [in Ukrainian].
- Korshuk, T. P. (1999). Mahnolii [Magnolias]. Kyiv : Kvity Ukrainy [in Ukrainian].
- Lapin, P. I. & Sidneva, S. V. (1973). Otsenka perspektivnosti introduktsii drevesnykh rasteniy po dannym vizualnykh nablyudeniy [Evaluation of the prospects for the introduction of woody plants according to visual observations]. Opyt introduktsii drevesnykh rasteniy (pp. 7–67). Moskva : GBS AN SSSR [in Russian].
- Minchenko, N. F. & Korshuk, T. P. (1987). Magnolii na Ukraine [Magnolias in Ukraine]. Kiyev: Naukova dumka [in Ukrainian].
- Palagecha, R.N., Taran, N. Yu. & Brayon, A. V. (2002). Anatomicheskaya taksonomiya listopadnykh magnoliy v svyazi s zimostoykostyu [Anatomical taxonomy of deciduous magnolias due to winter hardiness]. Trudy II Mezhdunarodnoy konferentsii po anatomii i morfologii rasteniy (pp. 84–85). Sankt-Peterburg [in Russian].
- Palahecha, R. M. (2004). Strukturno-funktsionalni osoblyvosti riznykh tkanyn pahoniv lystopadnykh mahnolii pry introduktsii [Structural and functional features of different tissues of shoots of deciduous magnolias during introduction]. Ontohenez roslyn u pryrodnomu ta transformovanomu seredovyschi. Fiziolo-hiokhimichni ta ekolohichni aspekty: tezy dopovidei II Mizhnarodnoi konferentsii (p. 58). Lviv [in Ukrainian].
- Palahecha, R. M., Korshuk, T. P., Taran, N. Yu. & Braion, O. V. (2002). Perspektyvni vydy mahnolii dlia introduktsii ta ozelenennia mist u klimatychnykh umovakh Ukrainy [Promising species of magnolias for the introduction and greening of cities in Ukraine's climatic conditions]. Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka. Ser. Biologiya, 37, 111–116 [in Ukrainian].
- Palahecha, R. M., Taran, N. Y. & Batsmanova, L. M. (2009). Fiziologiya zimostiikosti ta introduktsii deiaknykh vydiv rodu mahnolii (Magnolia L.) v umovakh Kyivskoho Polissia [Physiology of winter hardiness and introduction of some species of magnolia (Magnolia L.) species in the conditions of the Kiev Polesie]. Kyiv : Fitosotsiotsentr [in Ukrainian].
- Palahecha, R. N. & Taran, N. Yu. (2003). Vvedennia Mahnoliievnykh u zviazku z problemoiu zimostikosti [The introduction of the Magnolias in relation to the problem of winter hardiness]. Pro zdorovia roslyn u miskomu sadivnytstvi : zbirnyk mizhnarodnoi konferentsii na II Mizhnarodnomu sympoziumi (p. 266). Berlin (Germany). [in Ukrainian].



UDC 630*5: 630*17:582.475.4[477.41]

FORMATION OF CANOPY WITH PINE AND BIRCH IN FOCUS OF MOTTLED BUTT ROT IN THE CONDITIONS OF ZHYTOMIR POLISSYA

Y. Pechenjuk

Article info

Received
07.02.2020

Accepted
11.03.2020

Malyn Forestry
College
v. Hamarna,
Malyn region,
Zhytomyr district,
11643, Ukraine

E-mail: kotugor@
rambler.ru

Pechenjuk, Y. (2020). Formation of canopy with pine and birch in focus of mottled butt rot in the conditions of Zhytomyr Polissya. Scientific Horizons, 03 (88), 81–89. doi: 10.33249/2663-2144-2020-88-3-81-89.

Due to the lack of up-to-date information for the region on the age structure, composition, origin of pine stands in the focuses of mottled butt rot, it is difficult to estimate the success of forestry in these areas. In addition to analyzing the formation of the composition of pine trees growing in the focuses of mottled butt rot in the most common site conditions, the aim was to investigate the patterns of joint growth of pine and birch. For this purpose, a comparative analysis of the mean height and diameter of these species in the disease focuses and in healthy stands was performed. The forest management database was used as the source. To carry out the analysis, a general set of pine sites located in the disease focuses was analyzed. It has been determined that silver birch is the most common concomitant pine species in all types of site conditions considered. With increasing fertility and soil moisture, there is an increase in the proportion of pine trees with the presence of birch and oak. In the formation of the composition in the pines in the focuses of mottled butt rot, there is insufficient involvement of minor species. In young plantations the participation of birch in the composition is the largest: in fresh poor site conditions – 36%, in fairly poor – 27–31%, in fresh fairly rich – 20 %. In the older pine stands in the focuses of the disease, the formation of a low proportion of birch in the composition – 11–19 %. In fresh site conditions birch in the composition of pine forests mainly artificial origin (in fresh poor site conditions – 71 %, in fresh fairly poor – 50 %, in fresh fairly rich – 76 %), in moist fairly poor conditions artificial birch is the least common (only 20 %). Natural birch is almost vegetative origin in almost half of all areas. According to the dynamics of the mean diameter and height of pine and birch, the largest difference between plantations in the focuses of mottled butt rot and healthy stands is observed in the fresh poor site conditions. In the investigated types of site conditions, the common in the dynamics of growth is the dominance of birch over pine in young plants both within and outside the disease. It is noted that in the focuses of mottled butt rot, unlike healthy plantings, birch for a longer time (in fresh poor and moist fairly poor site conditions up to 20 years) dominates the pine tree in mean diameter and height. In the future, it is of particular interest to determine the conditions of pine stands, depending on the proportion of related species and age.

Key words: focus of mottled butt rot, stand composition, origin, mean diameter, mean height, site conditions.

ФОРМУВАННЯ СОСНОВО-БЕРЕЗОВИХ НАСАДЖЕНЬ В ОСЕРЕДКАХ КОРЕНЕВОЇ ГУБКИ В УМОВАХ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ

Є. П. Печенюк

Малинський лісотехнічний коледж
с. Гамарня, Малинський район, Житомирська обл., 11643, Україна

У зв'язку із відсутністю актуальної інформації для регіону про вікову структуру, склад, походження соснових деревостанів у осередках кореневої губки, важко оцінювати успішність

лісовирощування на даних ділянках. Крім аналізу формування складу сосняків, які знаходяться у осередках кореневої губки у найбільш поширених едатопах, за мету було поставлено дослідити закономірності спільного росту сосни та берези. Для цього було здійснено порівняльний аналіз середньої висоти та діаметру даних порід в осередках хвороби та в здорових деревостанах. В якості джерела була використана база даних лісовпорядкування. Для проведення аналізу опрацьована генеральна сукупність соснових ділянок, які знаходяться в осередках хвороби. Визначено, що береза повисла є найбільш поширеною супутньою породою сосни у всіх розглянутих типах лісорослинних умов. Зі зростанням родючості та вологості ґрунтів помічено збільшення частки сосняків із наявністю у складі берези та дуба. При формуванні складу у сосняках в осередках кореневої губки відмічена недостатня участь другорядних порід. У молодняках участь берези у складі є найбільшою: у свіжих борах – 36 %, у суборах – 27–31 %, у свіжих сугрудах – 20 %. У старших соснових деревостанах в осередках хвороби практикується формування невисокої частки берези у складі – 11–19 %.

У свіжих едатопах береза у складі сосняків переважно штучного походження (у свіжих борах – 71 %, у свіжих суборах – 50 %, у свіжих сугрудах – 76 %). У вологих суборах штучна береза найменш поширена (лише 20 %). Природна береза майже на половині усіх ділянок має вегетативне походження. За динамікою середнього діаметру і висоти сосни та берези найбільша різниця між насадженнями у осередках кореневої губки і здоровими деревостанами відмічена в умовах свіжого бору. У досліджених типах лісорослинних умов спільним у динаміці росту є домінування берези над сосною у молодняках як в осередках хвороби, так і поза ними. Відмічено, що в осередках кореневої губки, на відміну від здорових насаджень, береза довший час (у свіжих борах і вологих суборах до 20 років) домінує над сосною за середнім діаметром і висотою. У перспективі для подальших досліджень особливий інтерес становить визначення стану соснових деревостанів у залежності від частки супутніх порід та віку.

Ключові слова: осередки кореневої губки, склад деревостану, походження, середній діаметр, середня висота, лісорослинні умови.

Вступ

У процесі лісовирощування на ділянках, де соснові насадження є враженими збудником кореневої губки (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) або потенційно вразливі до даного захворювання (староорні землі), лісівники повинні керуватися низкою рекомендацій та настанов (Ladeyschikova, 2001), а також досвідом вітчизняних і закордонних науковців і практиків (Usczkij, 1988; Onyskiv, 2008; Wang, 2014). Дослідниками даного питання встановлено, що в осередках хвороби найбільша небезпека становить саме для хвойних, оскільки листяні деревні породи є стійкими до даного патогена (Witzell, 2008; Garbelotto, 2013; Mykhailichenko, 2014). При масовому лісорозведенні в середині минулого століття на ділянках, які були в сільськогосподарському користуванні, особливої уваги підбору деревних порід не приділяли, тому, як результат, отримали великі площі продуктивних, але нестійких монокультур сосни (Onyshchenko, 2004). При цьому, культури сосни створювалися в більшості випадків однотипно, за використання однакової агротехніки (Zhigunov, 2016). В умовах Житомирського Полісся питаннями дослідження формування стійких до збудника кореневої губки соснових насаджень на

староорних землях займалися дослідники Поліського філіалу УкрНДЛГА ще в кінці минулого століття, в результаті чого були розроблені рекомендації щодо інтенсивності доглядових рубань на ділянках лісу, які перебували у сільськогосподарському використанні (Chernyih, 1986; Strutinskiy, 2004).

На даний час у Житомирському Поліссі є близько 23 тис. га сосняків, які знаходяться в осередках кореневої губки (ОКГ), з них близько 70 % зосереджені в умовах свіжих суборів (Pecheniuk, 2017). У зв'язку із відсутністю актуальних відомостей про дані насадження досить складно оцінювати ефективність їх лісовирощування. Крім цього, нез'ясованими є закономірності спільного росту основних лісовірних порід в ОКГ у порівнянні зі здоровими насадженнями. Метою даної роботи є дослідження формування сосняків за складом та походженням деревних порід, а також визначення закономірностей росту сосни та берези при їх спільному зростанні в різних едатопах в ОКГ і поза ними.

Матеріали та методи

Аналіз проводився на основі генеральної сукупності сосняків у ОКГ. При цьому були використані лісовпорядні матеріали підприємств,

підпорядкованих Житомирському обласному управлінню лісового та мисливського господарства. Формування бази здійснювалося із використанням програми «Лісовпорядник» (Aleksiuk, 2013) за інформацією реляційної бази даних ВО «Укрдержліспроект». Для проведення аналізу складу, вікової структури і походження була опрацьована генеральна сукупність соснових деревостанів, котрі перебувають в ОКГ. З метою порівняння росту сосни та берези в чотирьох найпоширеніших едатопах (A_2 , B_2 , B_3 та C_2) були сформовані вибірки мішаних насаджень, в яких представлені дані породи. В ОКГ у вибірку ввійшли абсолютно всі сосняки, котрі мали у своєму складі березу. Поза ОКГ у розрізі едатопів вибірки формувалися із врахуванням походження, віку (з точністю до року), складу та повноти. Основним завданням при формуванні вибірок було підібрати насадження, котрі за віком, складом, походженням і повнотою ідентичні тим, які ростуть на ділянках в ОКГ. Для порівняння динаміки середніх значень висоти і діаметру сосни та берези проводили кореляційно-регресійний аналіз за допомогою засобів «Excel».

Результати дослідження та обговорення

В умовах свіжих борів у сосняках, які знаходяться в ОКГ із 392 таксаційних виділів

береза повисла, в якості супутньої породи, відмічена лише у 42, дуб звичайний – у 5, сосна Банкса – у 5, вільха клейка – у 7. Останні дві породи є виключно штучного походження, дуб звичайний переважно порослевого природного, рідше насінневого походження. На 71 % соснових ділянок в умовах A_2 береза штучного походження, на 12 % – природного вегетативного, і, відповідно, на 17 % – природного насінневого походження. Дуб звичайний формують з часткою до 10 % у складі лише у молодняках I-го класу. Сосна Банкса трапляється у складі середньовікових та пристигаючих насаджень. Частка даної породи у складі переважно незначна – 10 %, проте є ділянки з часткою цієї породи до 20–30 %. Вільха клейка трапляється як домішка (10–20 % у складі) лише у соснових молодняках II-го класу. Щодо берези повислої, то дана порода у складі сосняків трапляється у всіх вікових групах, крім стиглих та перестиглих. У середньовікових сосняках частка берези здебільшого становить 10–20 %, у молодняках значно більша – 20–60 %.

За динамікою середнього діаметру сосни звичайної і берези повислої у свіжих борах помічено різницю між насадженнями, які перебувають в ОКГ і поза ними (рис. 1.).

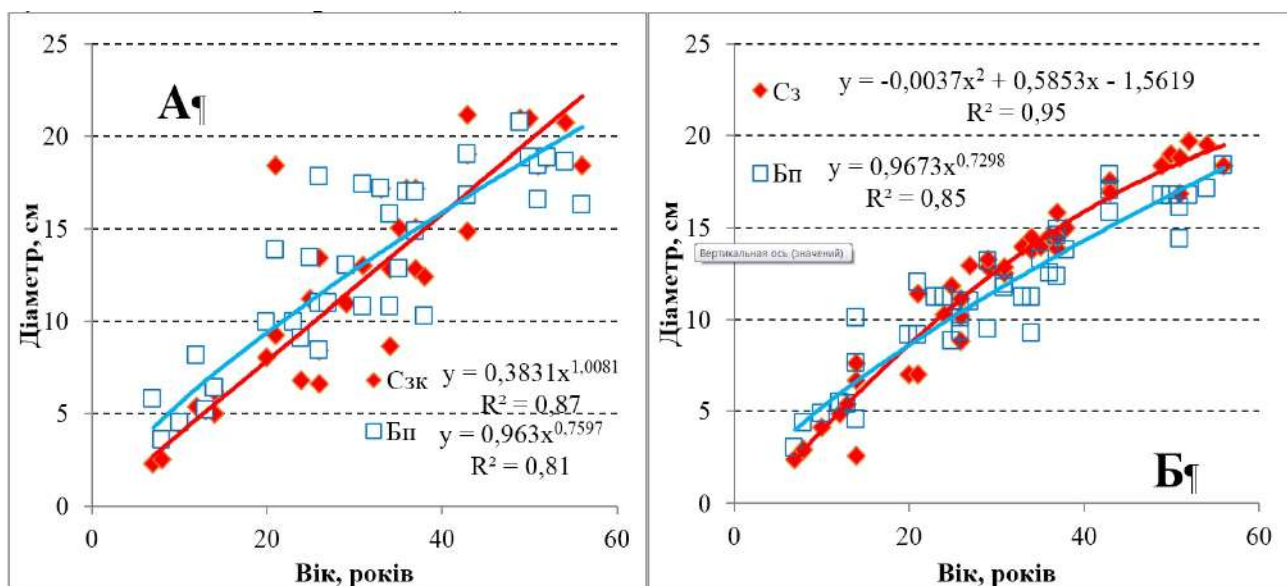


Рис. 1. Динаміка середнього діаметру сосни та берези у насадженнях, що ростуть в ОКГ (А) і поза ними (Б) в умовах свіжих борів

У віці молодняків у ОКГ сосна поступається за діаметром березі в середньому на 9 %, а вже у середньовікових насадженнях сосна за даним

показником випереджає березу на 6 %. Повнота у сосняках із наявною у складі березою становить у середньому 0,69, а в абсолютно чистих

насадженнях сосни – 0,73. Щодо сосняків, які знаходяться поза ОКГ, то за значеннями середнього діаметру береза переважає сосну лише до 20 років. У насадженнях старшого віку сосна вже на більш ніж 10 % за діаметром переважає березу.

За значеннями середньої висоти у сосняках в ОКГ у свіжих борах сосна поступається березі до 50-річного віку. При цьому, у I–II класах віку різниця за даним показником між породами сягала більш ніж 22 % (рис. 2).

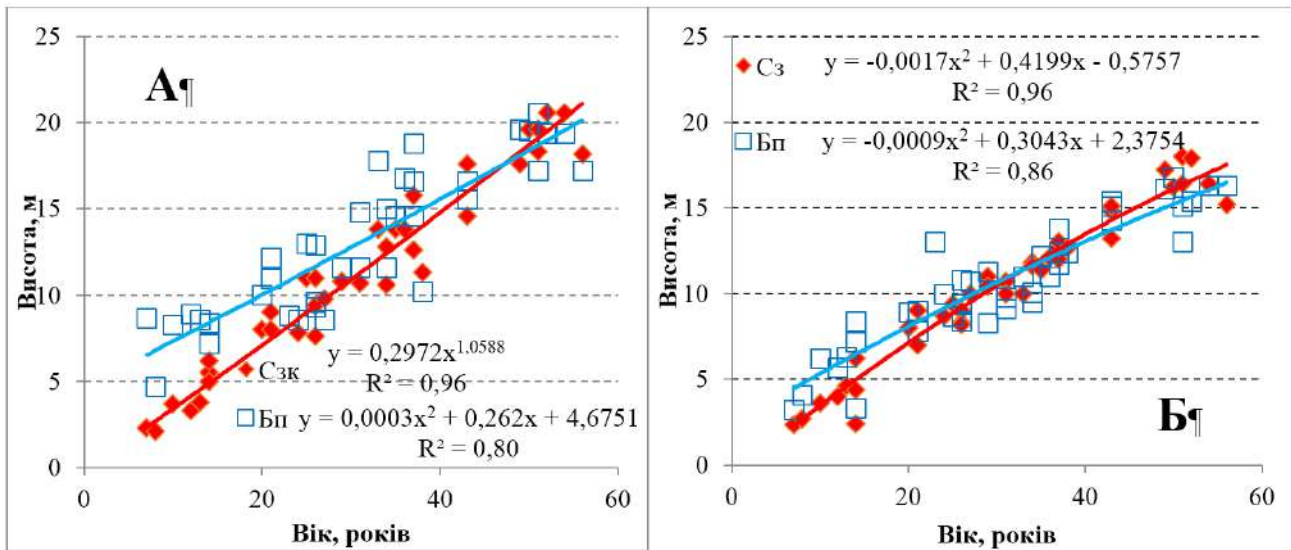


Рис. 2. Динаміка середньої висоти сосни та берези у насадженнях, що ростуть в ОКГ (А) і поза ними (Б) в умовах свіжих борів

На відміну від сосняків, які знаходяться в ОКГ, поза осередками хвороби відставання за середньою висотою сосни від берези відмічено до 30-річного віку. Поряд з цим, різниця у середній висоті не є настільки великою у I–II класах віку, як у насадженнях у ОКГ.

У свіжих суборах було виявлено набагато більшу кількість таксаційних виділів із сосняками у ОКГ – 1318, з них у 178 ділянках супутною породою була береза повисла, 43 – дуб звичайний, 8 – дуб червоний, 2 – вільха клейка, 1 – осика. Вільха і дуб червоний є штучного походження на всіх ділянках, частка першої породи не перевищує 10 %, другої – переважно 10–20 %. Обидві породи ростуть у сосняках III–IV класів віку. Осика трапляється виключно порослею у молодняках I класу при участі її у складі до 10 %. Дуб звичайний є поширеним у усіх вікових групах. У молодняках I класу частка даної породи зазвичай не перевищує 10 %, переважають порослеві природні екземпляри. У середньовікових сосняках частка дуба у складі переважно не більше одиниці. У даній віковій групі дерева є різними за походженням, насіннєві (природні та штучні) і порослеві дуби поширені в однаковій мірі. Для пристигаючих сосняків характерна дещо більша частка дуба у складі, яка може сягати

20–30 %. У цій віковій групі дуб переважно представлений штучного і природного вегетативного походження. У старших соснових насадженнях дуб в якості супутньої породи не перевищує одиниці у складі та є виключно природного насіннєвого походження.

Береза повисла у сосняках, які знаходяться в ОКГ у свіжих суборах, також є найбільш поширеною супутною породою, котра зустрічається у всіх вікових групах, окрім перестиглих. У молодняках більш ніж 60 % берези є штучною, решта в однаковій мірі представлена природними насіннєвими і порослевими деревами. В середньому у молодняках I класу частка берези становить 30–40 %. У молодняках II класу площі насаджень із домішкою берези є вдвічі більшими ніж у молодших сосняках. Частка берези є дещо меншою – в середньому 20–30 %. За походженням розподіл дерев берези є подібним до молодших насаджень у даному едотопі. У середньовікових сосняках штучна береза трапляється на 52 % сосново-березових насаджень, природна порослею – на 31 % і природна насіннєва – на 17 %. Частка берези здебільшого в межах 10–20 %. У пристигаючих насадженнях

участь берези переважно становить 10 %, переважають природні порослелі та насінневі дерева, частка сосняків із штучною березою становить лише близько 10 %. У стиглих сосняках береза у складі трапляється рідко та представлена домішкою (до 10 %) дерев природного насінневого походження. Повнота у сосняках із наявною у

складі березою становить в середньому 0,74, а в абсолютно чистих насадженнях сосни – 0,75.

Динаміка середнього діаметру сосни та берези, які ростуть в ОКГ та поза ними є досить близькою, проте помітно, що середній діаметр берези у молодняках переважає (рис. 3).

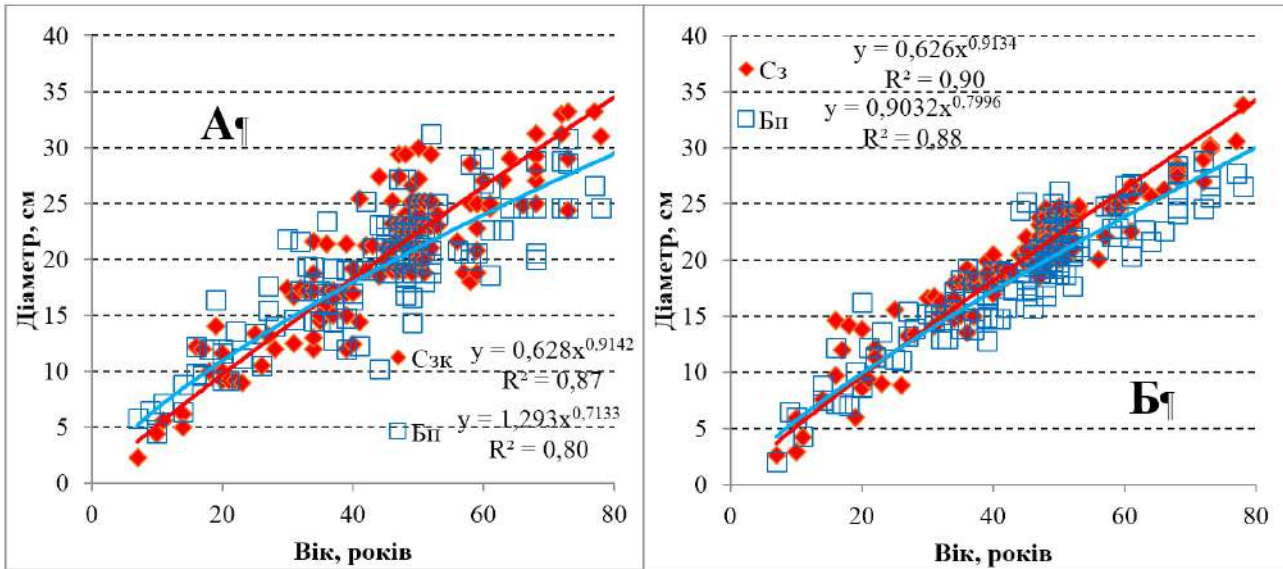


Рис. 3. Динаміка середнього діаметру сосни та берези у насадженнях, що ростуть в ОКГ (А) і поза ними (Б) в умовах свіжих суборів

Різниця у середньому діаметрі між сосною та березою до 30-річного віку становить в середньому 11 %, в той час як у насадженнях поза ОКГ подібних відмінностей не виявлено.

Щодо динаміки середньої висоти, то у сосняках у ОКГ спостерігається до 30 років переважання берези над сосною у середньому на

12 %. Починаючи з V класу віку, спостерігаються відставання берези за висотою, яке до віку стиглості сягає в середньому 9 %. У сосняках поза осередками хвороби динаміка середньої висоти сосни та берези є досить подібною до насаджень в ОКГ (рис. 4).

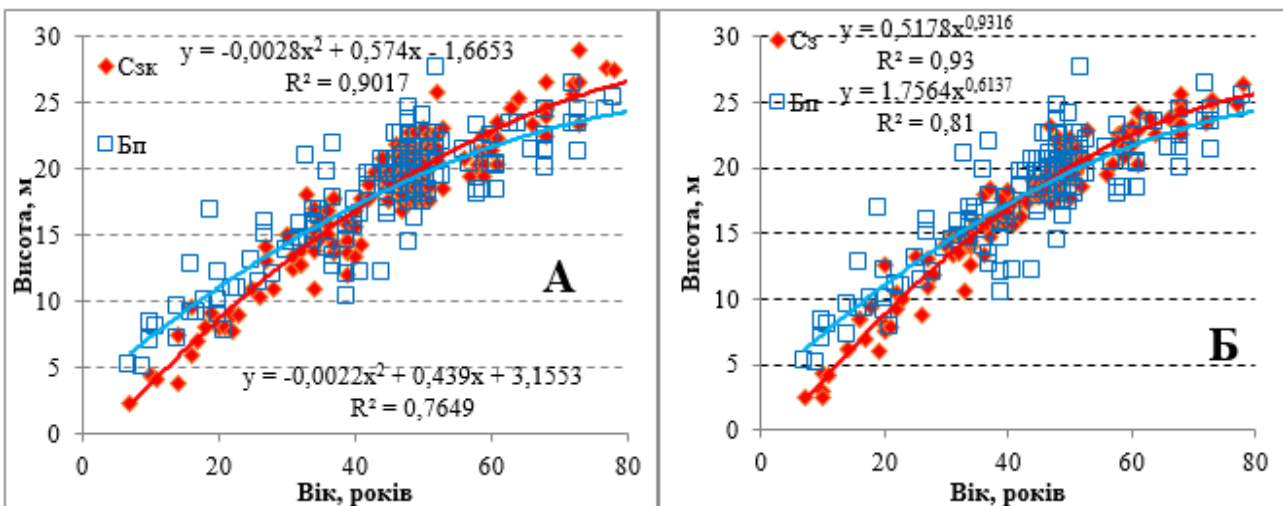


Рис. 4. Динаміка середньої висоти сосни та берези у насадженнях, що ростуть в ОКГ (А) і поза ними (Б) в умовах свіжих суборів

У вологих суборах зі 159 ділянок із переважанням сосни, котрі знаходяться в осередках кореневої губки, у 59 була наявна береза повисла, у 6 – дуб звичайний, у 4 – вільха клейка, у 2 – осика. Останні три породи характерні лише для середньовікових та пристигаючих насаджень, де їх участь у складі, як правило, не перевищує 10 %. Стосовно берези, то дана порода не трапляється лише у складі встиглих та перестиглих сосняків у ОКГ. У молодняках I класу частка берези в середньому становить 40–50 %, у молодняках II класу – 20–30 %, у середньовікових та пристигаючих насадженнях – 10–20 %. У соснових молодняках береза на половині ділянок природного насіннєвого походження на 30 % і 20 %, відповідно, природна порослева та штучна. У

середньовікових насадженнях береза у складі мішаних сосняків зустрічається різного походження за приблизно рівного співвідношення. У пристигаючих сосняках береза штучного походження рідкість, тут переважно (70 % ділянок) порослеві дерева даної породи.

За повнотою мішані сосново-березові деревостани не відрізняються від абсолютно чистих сосняків, середня сумарна повнота в обох варіантах становить 0,74.

Динаміки середнього діаметру сосни та берези в осередках і поза ОКГ є подібними. Невелика різниця помічена у молодняках, де в ОКГ береза до 30 років незначною мірою (4 %) переважає сосну за значеннями середнього діаметру (рис. 5).

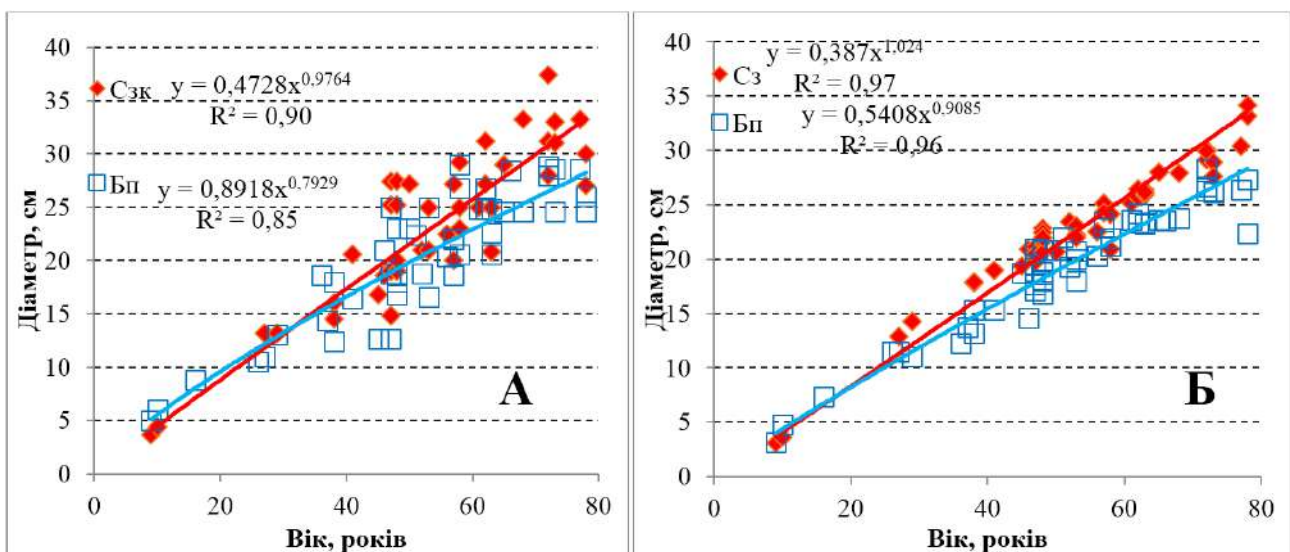


Рис. 5. Динаміка середнього діаметру сосни та берези у насадженнях, що ростуть в ОКГ (А) і поза ними (Б) в умовах вологих суборів

За середньою висотою різниця у рості сосново-березових насаджень у ОКГ і поза ними є значно помітнішою. В осередках хвороби за висотою сосна поступається березі до 50 років в середньому на 5 %, натомість у пристигаючих сосняках сосна за висотою вже перевищує березу майже на 7 %. Згідно з поданим нижче графіком (рис. 6.Б) поза ОКГ динаміка середньої висоти сосни та берези у насадженнях є досить подібною, проте в середньому до 30-річного віку сосна поступається у рості за висотою майже на 13 %.

Починаючи із середньовікових насаджень за показником середньої висоти спостерігається відставання вже берези від сосни, проте воно несуттєве – в середньому 4 %.

У свіжих сугрудах в ОКГ відмічено 156 соснових насаджень, з них у 34-х у складі є береза повисла, у 18 – дуб звичайний, та лише у двох вільха клейка. Остання порода трапляється лише у середньовікових сосняках за участі у складі не більше 10 %, походження порослеве. Дуб звичайний також у складі соснових деревостанів трапляється у старших вікових групах (від 50 до 100 років). Частка дуба здебільшого незначна – 10–20 %. У більшості випадків дуб штучного походження (77 % площ), у стиглих сосняках переважає дуб природного насіннєвого походження. Береза повисла трапляється переважно у складі середньовікових сосняків, рідше у пристигаючих. В середньому її частка

становить 10–20 %. Понад 80 % берези (у середньовікових насадженнях сосни) за походженням штучна. У пристигаючих сосняках зустрічається і штучна, і природна порослева

береза. Повнота сосново-березових насаджень і чистих сосняків не відрізняється і становить у середньому 0,72.

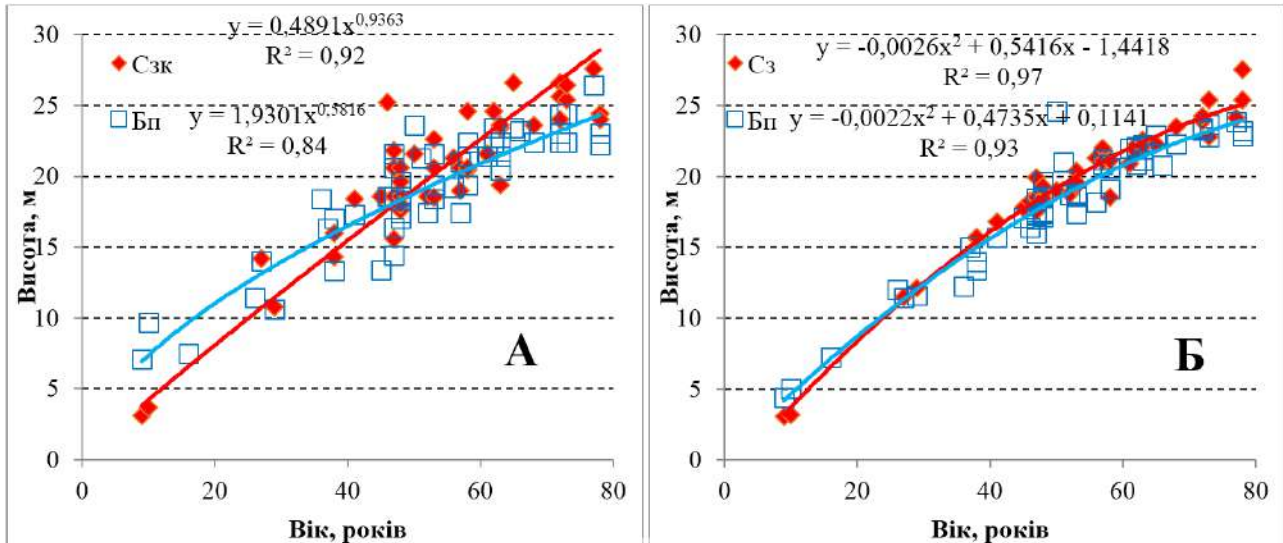


Рис. 6. Динаміка середньої висоти сосни та берези у насадженнях, що ростуть в ОКГ (А) і поза ними (Б) в умовах вологих суборів

У зв'язку із невеликою вибіркою насаджень в ОКГ апроксимація динаміки середніх показників сосни і берези вирізняється порівняно невисокою точністю, про що свідчать коефіцієнти

детермінації. Загалом динаміка середнього діаметру сосни і берези у насадження в ОКГ і поза ними є подібною (рис. 7).

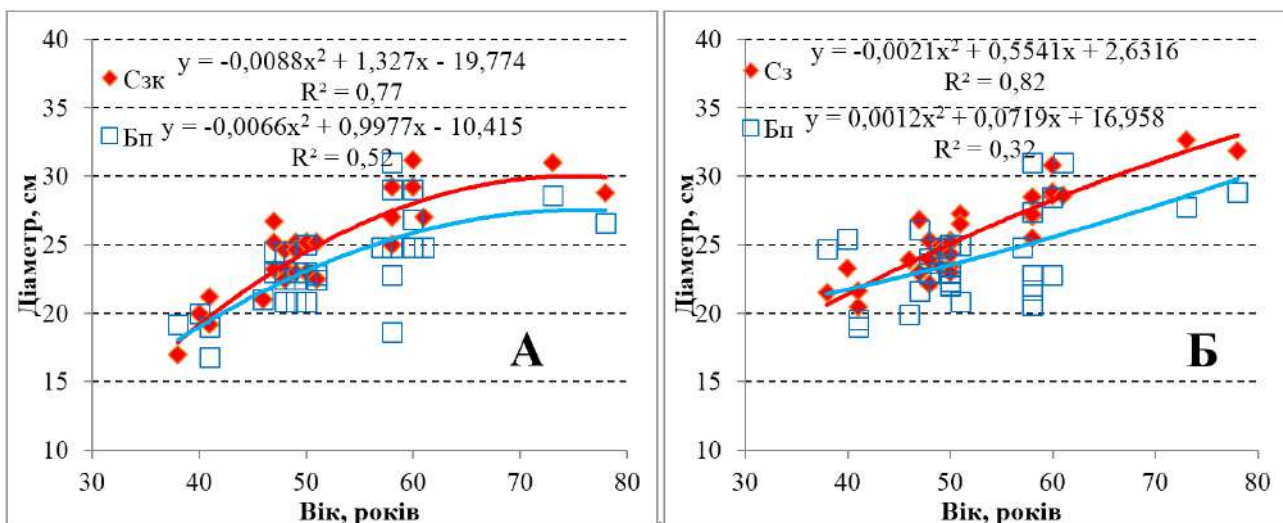


Рис. 7. Динаміка середнього діаметру сосни та берези у насадженнях, що ростуть в ОКГ (А) і поза ними (Б) в умовах свіжих сугрудів

В обох випадках, починаючи з середньовікових насаджень, спостерігається відставання берези повислої за даним біометричним показником. У середньовікових насадженнях відставання в середньому становить трохи менше 5 %, у пристигаючих – близько 10 %.

Щодо середньої висоти, то динаміка даного показника росту після 50 років суттєво не відрізняється у сосняках в ОКГ і поза ними (рис. 8).

Якщо у середньовікових сосняках в ОКГ суттєвої різниці у висотах немає (2 %), то в

пристигаючих насадженнях сосна випереджає

березу за даним показником у середньому на 7 %.

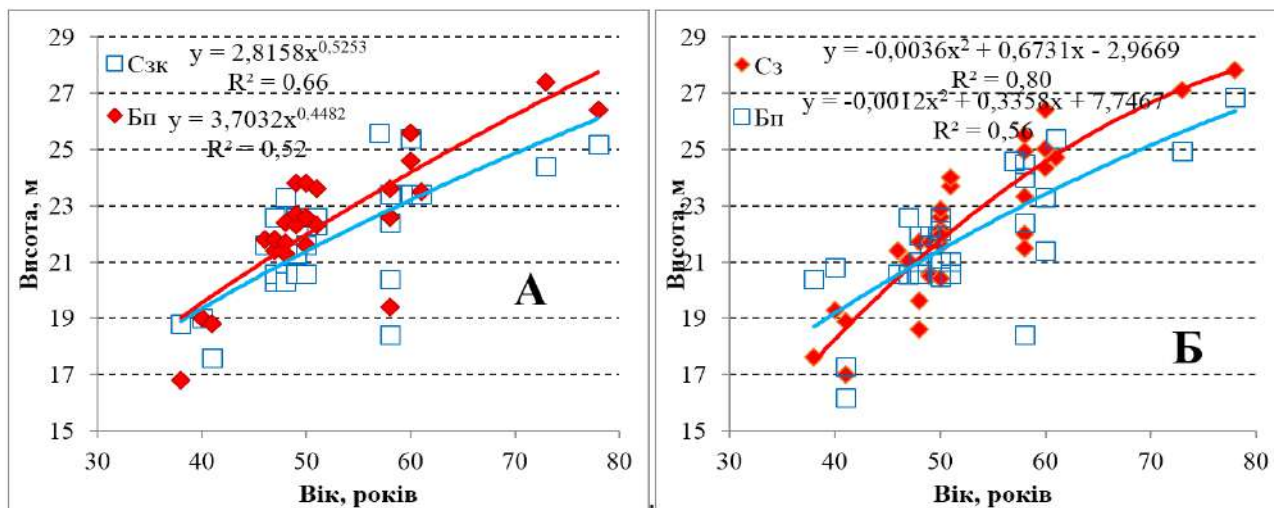


Рис. 8. Динаміка середньої висоти сосни та берези у насадженнях, що ростуть в ОКГ (А) і поза ними (Б) в умовах свіжих сугрудів

висотою (до 20 років).

Висновки

1. У сосняках, що перебувають в осередках кореневої губки, береза повисла є найбільш поширеною супутньою породою. Частка мішаних сосново-березових насаджень залежно від едатопу становить: А₂ – 11 %, в В₂ – 14 %, В₃ – 37 %, С₂ – 22 %.

2. Формування складу сосняків в ОКГ загалом не відповідає рекомендаціям науковців, що підтверджується недостатньою часткою супутніх порід, починаючи з молодняків. Лише в умовах вологих суборів, де відмічене часте трапляння берези повислої природного походження, у молодняках склад є близьким до рекомендованого (близько 60 % супутніх порід).

3. Динаміка середнього діаметру і висоти сосни та берези у насадженнях в осередках хвороби і поза ними найбільш відрізняється в умовах свіжого бору. У молодняках в ОКГ береза в середньому за висотою переважає сосну більш ніж на 20 %, у той час як у здорових насадженнях різниця не перевищує 8 %.

4. В умовах свіжого бору та вологого субору і сосна, і береза мають кращі показники росту у висоту в ОКГ, у свіжих суборах та сугрудах подібного не виявлено.

5. У всіх едатопах спільним у динаміці росту є переважання берези над сосною у молодняках як в осередках хвороби, так і поза ними. В губчатниках, на відміну від здорових сосняків, характерним є більш тривале переважання берези над сосною за діаметром (на 10–20 років) і

References

Aleksiiuk, I. L., Lakyda, P. I. & Hrynyk, H. H. (2013). Prohrama "Lisovporiadnyk" yak systema opratsiuvannia bazy danykh Lisovoho fondu Ukrainy [The Forest Manager program as a system of processing the database of the Forest Fund of Ukraine]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, 23.15, 308–316 [in Ukrainian].

Chernykh, A. G. (1986). Uovershenstvovat sistemu meropriyatiy po zashchite sosny ot kornevoy gubki v zone intensivnogo vedeniya lesnogo khozyaystva [To improve the system of measures to protect pine from the mottled butt rot in the zone of intensive forestry] (Nauchnyy otchet 39). Zhitomir, Polesskaya ALOS [in Russian].

Garbelotto, M. & Gonthier, P. (2013). Biology, epidemiology, and control of Heterobasidion species worldwide. *Annual Review of Phytopathology*, 51, 39–59. doi: <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-082712-102225>.

Mykhailichenko, O. A., Utskyi, I. M., Vedmid, M. M. & Lozytskyi, V. H. (2014). Osoblyvosti rostu sosnovykh derevostaniv, urazhenykh korenevoi hubkoiu, v umovakh Novhorod-Siverskoho Polissia [Features of growth of pine tree stands affected by mottled butt rot in the conditions of Novgorod-Siversky Polissya]. *Lisivnytstvo i ahrolisomeliioratsiia*, 124, 36–41 [in Ukrainian].

Ladeyschikova, O. I. (Ed.). (2001). Nastanova po zahistu osnovnykh nasadzhen vid korenevoyi gubki

[Guidelines for the protection of pine plantations against mottled butt rot]. Kharkiv [in Ukrainian].

Onyshchenko, V. M. (2004). Stan ta produktyvnist shchuchnykh nasadzen sosny zvychnoi, stvorenykh na staroornykh zemliakh Tsentralnoho Polissia [Condition and productivity of artificial pine plantations established in the old-earth lands of Central Polissya] (Avtoreferat dysertatsii kandydata silskogospodarskikh nauk). Natsionalnyi ahrarnyi universytet, Kyiv [in Ukrainian].

Onyskiv, M. I. & Kaidyk, O. Yu. (2008). 30-richni rezultaty vyvchennia problemy zakhystu vid korenevoi hubky kultur sosny zvychnoi na Polissi [30-year results of the study of the problem of protection against the mottled butt rot of pine plants in Polissya]. *Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiia*, 114, 201–206 [in Ukrainian].

Pecheniuk, Ye. P. (2017). Analiz rostu sosnovykh nasadzen v osередkakh korenevoi hubky v umovakh Zhytomyrskoho Polissia [Growth analysis of pine plantations in mottled butt rot cells in Zhytomyr Polissya conditions]. In *Problemy vedennia ta ekspluatatsii lisovykh i myslyvskykh resursiv* : matetialy. Vseukr. nauk.-prakt. konf. Zhytomyr : ZhNAEU. 59–60. [in Ukrainian].

Strutynskyi, O. V. (2004). Vplyv dohliadovykh ruban riznoi intensyvnosti na lisopatolohichni stani taksatsiini pokaznyky sosnovykh kultur na zemliakh, shcho vyishly z-pid silskohospodarskoho korystuvannia v Tsentralnomu Polissi Ukrainy [Influence of tending felling of different intensity on the forest pathological state of taxation indicators of pine plantations on lands that came out of agricultural

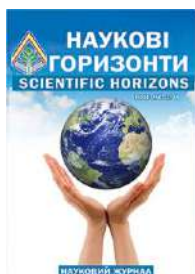
use in the Central Polissya of Ukraine]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, 14.6, 176–180 [in Ukrainian].

Wang, L., Zhang, J., Drobyshev, I., Cleary, M. & Rönnerberg, J. (2014). Incidence and impact of root infection by *Heterobasidion* spp., and the justification for preventative silvicultural measures on Scots pine trees: A case study in southern Sweden. *Forest Ecology and Management*, 315, 153–159. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.12.023>.

Witzell, J. & Martin, J. A. (2008). Phenolic metabolites in the resistance of northern forest trees to pathogens—past experience and future prospects. *Can. J. For. Res.*, 38, 2711–2727. doi: <https://doi.org/10.1139/x08-112>.

Ustskiy, I. M. (1988). Osobennosti formirovaniya ochagov kornevoj gubki i vliyanie lesokhozyajstvennykh meropriyatij na ustojchivye nasazhdeniya sosny [Features of the formation of pine stands in mottled butt rot cells and the impact of forestry activities on sustainable] (Dysertatsiya kandydata selskokhozyaystvennykh nauk). Kharkov [in Russian].

Zhigunov, A. V., Danilov, D. A., Shestakova, T. A. & Neverovskiy, V. Yu. (2016). Vliyanie vida posadochnogo materiala na rost nasazhdeniy eli i sosny na postagrogennykh zemlyah severo-zapada Rossii [The impact of the planting material on the growth rate of spruce and pine plantations on post-agricultural lands of the north-west of Russia]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Ser. Lesnaya ekologiya. Prirodopolzovaniye*, 3 (31), 30–39. doi: <https://doi.org/10.15350/2306-2827.2016.3.30> [in Russian].



UDC 619: 591.436: 636.8

SORBITOL DEHYDROGENASE OF CATS BLOOD UNDER DIABETES MELLITUS

I. Chala, V. Rusak

Article info

Received
10.02.2020

Accepted
11.03.2020

Zhytomyr
National
Agroecological
University
7, Staryi Blvd,
Zhytomyr,
10008, Ukraine

E-mail:
innachala312@ukr.net;
v.s.rusak@gmail.com

Chala, I., Rusak, V. (2020). Sorbitol dehydrogenase of cats blood under diabetes mellitus. *Scientific Horizons*, 03 (88), 90–95. doi: 10.33249/2663-2144-2020-88-3-90-95.

Diabetes mellitus is one of the most widely spread non-infectious cats and dogs diseases and in modern times it is reaching epidemic levels.

The purpose of the research was to determine enzymes activity, which is a marker of liver's functional activity: alanine aminotransferase, asparagine aminotransferase, alkaline phosphatase and sorbitol dehydrogenase in cats suffering from diabetes mellitus, and another purpose was to study the dynamics of sorbitol dehydrogenase activity. Two groups of cats aged 5–7 years old (males and females) 10 cats in each group were formed for the research. A control group comprised clinically healthy animals, experimental group comprised animals diagnosed with diabetes mellitus.

The results of the research showed that in cats of the experimental group the glucose content was 3.31 times as high as in cats of a control group. Fructosamine characterizes the duration of hyperglycemia and in cats diagnosed with diabetes mellitus its content overshoot the control indices by 32 %, that testifies to a long-standing increase in glucose amount. Because of diabetes mellitus, water-salt metabolism is damaged, for instance blood osmolality is increased. The determination of enzymes activity showed that transaminase activity doubled, whereas the alkaline phosphatase activity increased by 25 %. The concentration of total bilirubin increased more than three-fold as compared to the control.

The sorbitol dehydrogenase activity in cats diagnosed with diabetes mellitus was in 2.25 times higher as compared to the animals in a control group. The activity of this enzyme, contrary to transaminase activity, is increased during the first days after hepatic dysfunction symptoms.

Thus, in cats diagnosed with diabetes mellitus, liver function abnormality is developed which is manifested in activity changes of alanine aminotransferase, asparagine aminotransferase, alkaline phosphatase in the increase in bilirubin concentration as well as in the increase of sorbitol dehydrogenase activity. This enzyme is a valuable biochemical marker of liver function abnormality on the early stages of pathology development.

Key words: polyol pathway, liver, enzymes, osmolality, hyperglycemia.

АКТИВНІСТЬ СОРБІТОЛДЕГІДРОГЕНАЗИ КРОВІ КОТІВ ЗА ЦУКРОВОГО ДІАБЕТУ

I. В. Чала, В. С. Русак

Житомирський національний агроекологічний університет
бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

Цукровий діабет є одним з найпоширеніших незаразних захворювань котів та собак і на сучасному етапі набуває епідемічних масштабів. Метою досліджень було встановлення активності ферментів, що є маркерами функціональної активності печінки: аланінамінотрансферази, аспарагін-амінотрансферази, лужної фосфатази та сорбітолдегідрогенази у котів з цукровим діабетом та

дослідження динаміки активності сорбітолдегідрогенази. Для досліджень було сформовано дві групи котів віком 5–7 років (самці та самки) по 10 голів у кожній. Контрольна група складалась із клінічно здорових тварин, дослідна – із тварин, що мали діагноз цукровий діабет.

Результати досліджень показали, що у котів дослідної групи вміст глюкози був у 3,31 раза вищим, ніж у контрольній групі. Фруктозамін характеризує тривалість гіперглікемії, і у котів з цукровим діабетом його вміст перевищував контрольні показники на 32 %, що є ознакою тривалого підвищення вмісту глюкози. У результаті цукрового діабету порушується водно-сольовий обмін, зокрема зростає осмоляльність крові. Визначення активності ферментів показало, що активність трансаміназ зростає вдвічі, тоді як активність ЛФ зростала на 25 %. Концентрація загального білірубину зростала порівняно до контролю більш, ніж на третину.

Активність СДГ у котів з цукровим діабетом була у 2,25 вищою, ніж у тварин контрольної групи. Активність даного ферменту, на відміну від активності трансаміназ, зростає у перші доби після симптомів печінкової дисфункції.

Установлено, що у котів з цукровим діабетом розвивається порушення функцій печінки, що проявляється у зміні активності аланінамінотрансферази, аспарагінамінотрансферази, лужної фосфатази, збільшення концентрації білірубину та збільшення активності сорбітолдегідрогенази. Даний фермент є цінним біохімічним маркером порушень функції печінки на ранніх стадіях розвитку патології.

Ключові слова: поліольний шлях, печінка, ферменти, осмоляльність, гіперглікемія.

Вступ

Серед незаразних патологій дрібних домашніх м'ясоїдів цукровий діабет набуває епідемічних масштабів. Дане захворювання характеризується цілою низкою ускладнень, зокрема поліурією та неконтрольованим сечовипусканням, діабетичною катарактою, необхідністю використання спеціальних кормів з низьким вмістом вуглеводів. Вказані зміни призводять до зростання частки випадків використання евтаназії щодо тварин, хворих на цукровий діабет. За результатами (Niessen *et al.*, 2017) більше 10 % власників тварин з діагнозом цукровий діабет ініціюють евтаназію тварин. Лікування цукрового діабету є досить вартісним і вимагає значних зусиль як від ветеринарного лікаря, так і від власника тварини. Важливим у вирішенні даної проблеми є діагностування даного захворювання на ранніх стадіях розвитку, зокрема виявлення змін у метаболізмі, що лежать в основі розвитку ускладнень діабету. На сучасному етапі доведено, що цукровий діабет котів за клінічними, фізіологічними та біохімічними проявами схожий до такого у людини (Hoening, 2012). Оскільки цукровий діабет є хворобою, що з різним ступенем порушує всі ланки метаболізму, то вкрай важливим є його дослідження на молекулярному рівні.

Як відомо, цукровий діабет розвивається у випадках, коли підшлункова залоза зменшує синтез гормону інсуліну та паралельно з цим знижується чутливість периферичних тканин до

нього. Результатом таких змін є підвищення рівня глюкози у крові, виділення її з сечею (глюкозурія), спрага. Змінюються за таких умов і біохімічні процеси, зокрема зменшується розщеплення глюкози основним шляхом, зменшується активність пентозофосфатного та зростає активність поліольного шляхів обміну глюкози (Rand & Martin, 2001), зростає інтенсивність перекисного окиснення ліпідів (Chala *et al.*, 2018).

Одним з шляхів утилізації глюкози за цукрового діабету є поліольний метаболічний шлях, який включає дві основні біохімічні реакції: відновлення глюкози до шестиатомного спирту сорбітолу та перетворення останнього у фруктозу під дією ферменту сорбітолдегідрогенази (СДГ) (Jeffery & Jörnval, 1983; Liang-jun, 2018). Фермент СДГ запобігає накопиченню сорбітолу, який, локалізуючись у кристаликах ока, спричиняє виникнення діабетичної катаракти, у клітинах інших тканин збільшує осмолярність (De Leeuw *et al.*, 1993; Salgado *et al.*, 2000).

Сорбітолдегідрогеназа – фермент, що належить до класу оксидоредуктаз (КФ 1.1.1.14), є складним білком, що містить іони Цинку або Мангану і у якості коферменту – НАДФН₂ (Darmanin & El-Kabbani, 2004). Експериментальні дослідження показали, що введення інгібітора СДГ призводить до виникнення нейропатій (Schmidt *et al.*, 2001) та інших паталогічних змін.

Фермент СДГ локалізується у практично в усіх тканинах, які використовують глюкозу як

основне енергетичне джерело, однак його активність у них надзвичайно низька. Виключення становить печінка, у якій активність порівняно висока, що забезпечує утворення фруктози – ключового метаболіту у процесах гліколізу та пентозофосфатного циклу. Сорбітолдегідрогеназа, на відміну від трансаміназ, що широко використовуються як маркери функціонального стану печінки, є органоспецифічним ферментом і зростання його активності є ознакою ураження печінки в доклінічному періоді (Ranghavedra & Rao, 2000). Оскільки печінка відіграє ключову роль у метаболізмі, то дослідження її функціонального стану за цукрового діабету є надзвичайно важливим (Verbrugohe & Bakovic, 2013).

Метою досліджень, представлених у даній статті, було вивчення активності СДГ та інших біохімічних показників крові котів за цукрового діабету.

Матеріали та методи

Дослідження проводилися на базі «Ветеринарної клініки доктора Медведєва», м. Київ і кафедри паразитології, ветеринарно-санітарної експертизи та зоогігієни ЖНАЕУ. Були відібрані дві групи котів віком 5–7 років різної статі й породи по 10 голів у кожній. Контрольна група включала клінічно здорових тварин, які оглядалися перед щепленням або проходили диспансеризацію. Дослідна група складалась з тварин, яким був поставлений діагноз цукровий діабет на основі клінічного огляду та лабораторних досліджень. Кров для біохімічних досліджень відбирали з підшкірної вени передпліччя (*V. cephalica antebrachii*) з дотриманням правил асептики і антисептики. У сироватці крові визначали концентрацію глюкози, активність ферментів аланінаміно-трансферази (АЛТ), аспарагінаміно-трансферази (АСТ), лужної фосфатази (ЛФ), загального білірубину за допомогою біохімічного аналізатора

StatFax 1904. Активність СДГ у сироватці крові визначали уніфікованим методом Севела-Товарека, принцип якого полягає, у тому, що СДГ за наявності НАДФН₂ перетворює сорбітол у фруктозу, яка при взаємодії з резорцином утворює забарвлену сполуку оксиметилфурфурол, інтенсивність забарвлення якої прямо залежить від концентрації фруктози. Концентрацію оксиметилфурфуролу визначали методом фотометрії при λ – 500–560 нм (Alekseev et al., 2013). Концентрацію фруктозаміну визначали кінетичним колориметричним методом з нітросинім тетразолієм, який відновлюється до формазану, концентрацію якого визначали фотометрично. Визначення фруктозаміну проводили з використанням набору реактивів «Лабораторная диагностика». Осмолярність крові визначали розрахунковим методом з урахуванням вмісту глюкози, сечовини, білка та електролітів.

Статистична обробка одержаних результатів проводилася за допомогою програми Microsoft Excel 2016; окрім середнього арифметичного та стандартної похибки середнього визначали критерій узгодженості Пірсона (χ^2) та критерій Стюдента.

Результати досліджень та обговорення

Цукровий діабет характеризується, у першу чергу, гіперглікемією, однак одноразове підвищення вмісту глюкози не дозволяє поставити остаточний діагноз, для виявлення стійкої гіперглікемії визначають вміст фруктозаміну – продукту неферментативної взаємодії глюкози та білків сироватки крові. Результати досліджень біохімічних показників, що є індикаторами цукрового діабету представлені в таблиці 1.

Уміст глюкози у сироватці крові котів з цукровим діабетом був у 3,31 раза більший, ніж у контролі.

Таблиця 1. Вміст глюкози, фруктозаміну та осмолярності крові котів за цукрового діабету, $M \pm m$, $n=10$

Показник	Контрольна група	Дослідна група	χ^2
Глюкоза, ммоль/л	5,52±0,523	18,26±1,907**	88,97
Фруктозамін, ммоль/л	309,9±10,23	429,6±10,41*	467,08
Осмолярність крові, мосмоль/л	288±5,45	379,5±10,15**	307,76

Примітка: *, ** – різниця між показниками контрольної та дослідної групи статистично достовірна на рівні відповідно $p<0,05$ і $p<0,01$.

Гіперглікемія у тварин може виникати не лише за цукрового діабету, але і у результаті стресу, наприклад, під час проведення певних маніпуляцій. З метою підтвердження довготривалої гіперглікемії визначали фруктозамін, який показує можливу наявність гіперглікемії упродовж 2-х тижнів до проведення аналізу. У котів дослідної групи концентрація даного показника була вищою за контрольні значення на 32 %, при цьому χ^2 набував найвищих значень, що свідчить про значні індивідуальні відмінності даного показника. Вказані коливання пояснюються коливаннями вмісту глюкози упродовж доби, що і відображає вміст фруктозаміну, тоді як

концентрація глюкози визначається натще.

Осмоляльність крові частково відображає осмотичний тиск тканин і є одним з показників, що характеризують ступінь набряку останніх. Осмоляльність крові тварин з цукровим діабетом була більшою за таку у контролі на 32 %.

За цукрового діабету печінка – один з органів, які у першу чергу зазнають функціональних змін, оскільки у ній зосереджені ферментні системи, що забезпечують знешкодження патологічних продуктів обміну речовин. У таблиці 2 представлені результати дослідження активності індикаторних ферментів та білірубину, що характеризують функціональний стан органу.

Таблиця 2. Біохімічні маркери функціонального стану печінки котів за цукрового діабету, $M \pm m$, $n=10$

Показник	Контрольна група	Дослідна група	χ^2
Активність АЛТ, Од/л	52,8±5,89	102±9,69*	474
Активність АСТ, Од/л	23,32±2,23	47,24±5,82*	266
Активність ЛФ, Од/л	41,7±4,85	52,3±6,31	14,9
Активність СДГ, Од/л	1,14±0,127	2,56±0,191*	18,46
Концентрація загального білірубину, мкмоль/л	6,38±1,23	8,78±1,35	12,7

Примітка: * – різниця між показниками контрольної та дослідної групи статистично достовірна на рівні відповідно $p < 0,05$.

Ферменти АЛТ, АСТ і ЛФ індикаторами цитолізу і характеризують ступінь руйнування клітин. Окрім печінки вказані ферменти містяться у інших органах та тканинах і тому не є органоспецифічними. Традиційно АЛТ вважається «печінковим» ферментом і його активність у крові зростає за цитолізу клітин печінки. Активність АЛТ у крові котів з цукровим діабетом була у 1,93 раза більшою, ніж у тварин контрольної групи. Фермент АСТ переважно локалізується у мітохондріях клітин і його вважають «серцевим», однак за хвороб печінки зростання його активності може бути індикатором глибини цитолітичних процесів. Активність цього ферменту у тварин дослідної групи зростала порівняно з тваринами контрольної групи у 2,03 раза, що свідчить про глибокий цитоліз. Активність ще одного індикаторного ферменту – лужної фосфатази також зростала на 25 %. Відмінності між інтенсивністю зростання активності трансаміназ (АЛТ і АСТ) і ЛФ може пояснюватися тим, що у крові містяться у різних частках ізоферменти ЛФ, зокрема кісткова. Ще одним біохімічним маркером функціонального стану печінки є вміст білірубину. У котів з

цукровим діабетом його концентрація була на 37 % більшою за контроль, однак коливання даного показника досить широкі.

Сорбітолдегідрогеназа, на відміну вищезначених ферментів, є органоспецифічним, тобто основна активність цього ферменту крові має печінкове походження. У котів дослідної групи активність даного ферменту була у 2,25 раза більшою, при цьому слід зазначити, що різниця між показниками була статистично достовірна. Разом з тим, індивідуальна варіабельність даного показника була досить широкою, у деяких особин контрольної групи була подібна до такої у представників дослідної групи, так критичні значення цього показника для рівня значимості $\alpha=0,05$ і ступеня свободи $df=9$ становить 16,919, що близьке до одержаного у результаті досліджень.

Одержані у результаті досліджень зміни активності СДГ та інших ферментів – індикаторів функціонального стану печінки – показали широку варіабельність останнього показника, тому виникла необхідність дослідження активності даного ферменту у динаміці. Оскільки такі дослідження вимагають періодичного взяття

крові, у даному експерименті взяли участь дві тварини з цукровим діабетом, що знаходилися на стаціонарному лікуванні у клініці. У крові тварин

визначали активність СДГ та АЛТ упродовж 10 діб, кров відбирали кожних дві доби. Результати дослідження представлені на рис. 1.

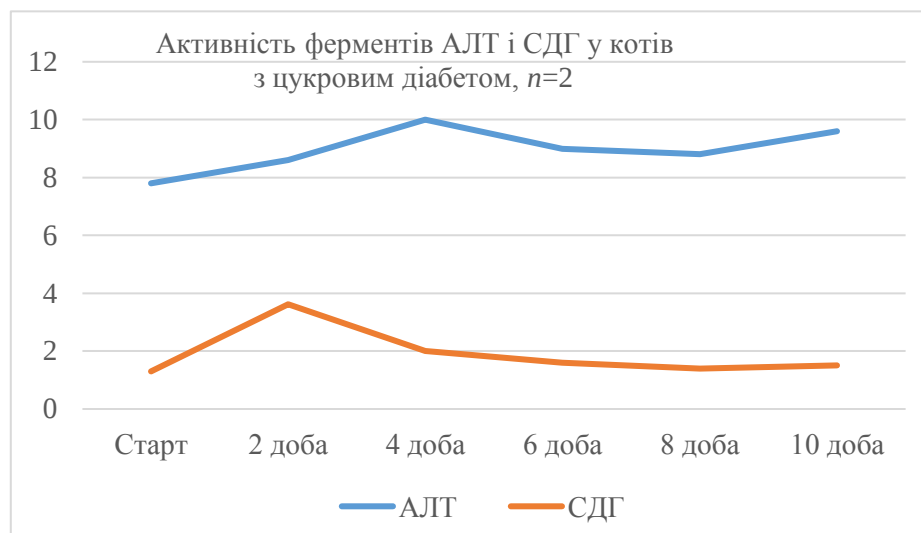


Рис. 1. Динаміка активності АЛТ і СДГ крові котів з цукровим діабетом, Од/л (АЛТ × 10 Од/л), $n=2$.

Динаміка даних ферментів дещо відрізняється, – активність СДГ зростає на ранніх стадіях печінкової недостатності (за появи перших симптомів: погіршення апетиту, спрага тощо), на 4 добу активність даного ферменту була близька до фізіологічних показників і такою залишалась упродовж періоду досліджень, у той час активність АЛТ зростала на 4–6 добу досліджень і залишалася такою упродовж періоду досліджень. Одержані дані узгоджуються з даними інших досліджень (Ranghavendra & Rao, 2000), разом з тим, за даними зарубіжних вчених активність даного ферменту у людей з цукровим діабетом достовірно не відрізнялася від здорових. Такі відмінності, можливо, обумовлені видовими особливостями поліолового шляху обміну глюкози (De Leeuw et al., 1993; Salgado et al., 2000). Установлено, що у кришталиках ока котів спирт сорбітол накопичується інтенсивніше, ніж у собак, однак частота діабетичної катаракти вища саме у собак (Salgado et al., 2000). Вказані відмінності потребують подальших досліджень.

Результати досліджень активності СДГ дають можливість діагностувати патології печінки на доклінічному рівні (Zhang et al., 2015), цінність даного тесту полягає у тому, що фермент належить до органоспецифічних і на відміну від АЛТ, АСТ, ЛФ тощо не потребує додаткових досліджень для диференційної діагностики, наприклад за цукрового діабету зростання

активності АЛТ і АСТ може бути спричинене дистрофічними явищами у м'язах (Rand & Martin, 2001; Hoenig, 2012). Певною проблемою у дослідженні СДГ є те, що зростання її активності за патологій печінки є короточасним, що і підтверджується даними, зображеними на рис. 1. Разом з тим, активність СДГ є цінним клінічним тестом, оскільки поліоловий шлях є важливою складовою у процесах перекисного окиснення за цукрового діабету (Liang-jun, 2018).

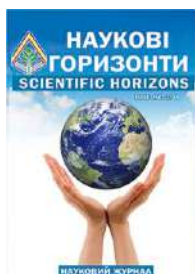
Висновки

Результати досліджень активності ферментів та деяких інших біохімічних показників крові котів за цукрового діабету свідчать, що окрім змін, характерних для даної патології – збільшення концентрації глюкози, фруктозаміну та осмольності крові, спостерігається зростання біохімічних маркерів печінкової недостатності – збільшення активності ферментів АЛТ, АСТ, ЛФ та концентрації білірубину.

Активність СДГ у котів з цукровим діабетом була у 2,25 рази вищою за таку у здорових тварин. Активність даного ферменту зростає на початковому періоді розвитку печінкової недостатності, раніше за зміни активності індикаторних ферментів, що може бути використане як цінний діагностичний тест на дожовтушній стадії розвитку патології.

References

- Darmanin, C. & El-Kabbani, O. (2004). Sorbitol Dehydrogenase: Structure, Function and Ligand Design. *J. Current Medicinal Chemistry*, 11 (4), 465–476. doi: 10.2174/0929867043455927.
- De Leeuw, I. H., Vertommen, J. J. & Rillaerts, E. G. (1993). Erythrocyte Sorbitol Dehydrogenase Activity in Diabetic Patients. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 20 (1), 51–54. doi: 10.1016/0168-8227(93)90022-W.
- Chala, I. V., Zghozinska, O. A., Rusak, V. S., Chuprun, L. O. & Kovalov, P. V. (2018). Zminy stanu hlutatsionovoi systemy krovi kotiv za tsukrovoho diabetu ta ozhyrinnia [Changes in the state of cats' glutathione blood system for diabetes and obesity]. *Naukovyi visnyk LNUVMB im. S. Z. Hzytskoho*. Ser. *Veterynarni nauky*, 20 (88), 125–130. doi: 1032718/nvlvet8823 [in Ukrainian].
- Hoenig, M. (2012). The Cat as a Model for Human Obesity and Diabetes. *Journal of Diabetes Science & Technology*, 6 (3), 525–533. doi: 10.1177/193229681200600306.
- Jeffery, J. & Jörnvall, H. (1983). Enzyme Relationship in a Sorbitol Pathway that Bypasses Glycolysis and Pentose Phosphates in Glucose Metabolism. *Proceeding of the United States of America*, 80 (4), 901–905. doi: 10.1073/pnas.80.4.901.
- Karpishchenko, A. I. (Ed.). (2013). *Meditinskiye laboratornyye tekhnologii: rukovodstvo po klinicheskoy laboratornoy diagnostike* [Medical Laboratory Technology: A Guide to Clinical Laboratory Diagnostics] (3th ed.) (Vol. 2). Moskva : GEOTAR-Media [in Russian].
- Liang-jun, Y. (2018). Redox Imbalance Stress in Diabetes Mellitus: Role of Polyol Pathway. *Journal Animal Models and Experimental Medicine*, 1 (1), 7–13. doi: 10.1002/ame2.12001.
- Marini, I., Bucchioni, L., Borella, P., Del Corso, A. & Mura, U. (1997). Sorbitol Dehydrogenase from Bovine Lens: Purification and Properties. *Journal Archives of Biochemistry and Biophysics*, 340 (2), 383–391. doi: 10.1006/abby.1997.9882.
- Muzumbukilwa, W. T., Kadima, M. G., Nlooto, M. & Owira, P. M. (2019). Mapping the Evidence of Hepatoprotective Properties of *Moringa oleifera* from sub-Saharan African Countries: a Systematic Review Protocol. *Systematic Reviews*, 8, 197. doi: 10.1186/s13643-019-1117-2.
- Niessen, S. J. M., Hazuchova, K., Powney, S. L., Guitian, J., Niessen, A. P. M., Pion, P. D. ... Church, D. B. (2017). The Big Pet Diabetes Survey: Perceived Frequency and Triggers for Euthanasia. *Veterinary Sciences*, 4 (2), 27. doi: 10.3390/vetsci4020027.
- Raja, M. M. M., Raja A., Imran, M. M., Santha, A. M. I. & Devasena, K. (2011). Enzymes Application in Diagnostic Prospects. *Biotechnology*, 10 (1), 51–59. doi: 10.3923/biotech.2001151.59.
- Rand, J. S. & Martin, G. J. (2001). Management of Feline Diabetes Mellitus. *Journal Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 31 (5), 881–913. doi: 10/1016/S0195-5616(01)50004-2.
- Ranghavendra, D. S. & Rao, S. B. (2000). Studies on some Serum Enzyme levels in Various Liver Disases. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*, 15 (1), 48–51. doi: 10.1007/BF02873548.
- Salgado, D., Forrer, R. S. & Spiess, B. M. (2000). Activities of NADPH-dependent Reductases and Sorbitol Dehydrogenase in Canine and Feline Lenses. *American Journal of Veterinary Research*, 61 (10), 1322–1324. doi: 10.2460/ajvr.2000.61.1322.
- Schmid, K., Kruis, B., Endres, W., Lorenz, B. & Shin, Y. S. (1987). Sorbitol Dehydrogenase in Human Lens: Study of the Enzyme in Various Human Tissues. *Pediatric Research*, 22, 237. doi: 10.1203/00006450-198708000-00144.
- Schmidt, R. E., Dorsey, D. A., Beaudet, L. N., Plurad, S. B., Parvin, C. A., Yarasheski, K. E., ... Ido, Y. (2001). Inhibition of Sorbitol Dehydrogenase Exacerbates Autonomic Neuropathy in Rats with Streptozotocin induced Diabetes. *Journal of Neuropathology & Experimental Neurology*, 60 (2), 1153–1169. doi: 10.1093/jnen/60.12.1153.
- Steffgen, J., Kampfer, K., Grupp, C., Langenberg, C., Müller, G. A. & Grunewald, R. W. (2003). Osmoregulation of Aldose Reductase and Sorbitol Dehydrogenase in Cultivated Interstitial Cells of Rat Renal Inner Medulla. *Journal Nephrology Dialysis Transplantation*, 18 (11), 2255–2261. doi: 10.1093/ndt/gfg397.
- Verbrugohe, A. & Bakovic, M. (2013). Peculiarities of One-Carbene Metabolism in the Strict Carnivorous Cat and Role in Feline Hepatic Lipidoses. *Journal of Nutrition*, 5 (7), 2811–2835. doi: 10.3390/nu5072811.
- Zhang, C., Li, X. & Liu, Q. (2015). Sorbitol Dehydrogenase Inhibitor Protects the Liver from Ischemia / Reperfusion – Induced Injury via Elevated Glycolytic Flux and Enhanced Sirtuin 1 Activity. *J. Molecular Medicine Reports*, 11 (1), 283–288. doi: 10.3892/mmr.2014.2715.



UDC 636.084.412.416

MODERN METHODS OF NUTRITION ANALYSIS AND CORRECTION FOR DAIRY COWS IN HIGH-PERFORMANCE HERDS

V. Borshchenko, D. Kucher, O. Kochuk-Yashchenko, V. Mamchenko, O. Lavryniuk

Article info

Received

10.02.2020

Accepted

11.03.2020

Zhytomyr

National

Agroecological

University

7, Staryi Blvd,

Zhytomyr, 10008,

Ukraine

E-mail:

borshenko.1964@

gmail.com

Borshchenko, V., Kucher, D., Kochuk-Yashchenko, O., Mamchenko, V., Lavryniuk, O. (2020). Modern methods of nutrition analysis and correction for dairy cows in high-performance herds. Scientific Horizons, 03 (88), 96–105. doi: 10.33249/2663-2144-2020-88-3-96-105.

The article presents algorithms for calculating feed nutrition, compiling and evaluating the productive effect of the diet for dairy cows, taking into account specific parameters and criteria, which allow to identify errors in feeding cows promptly and eliminate them during the optimization of nutritions.

The developed method of estimating productive effect of dairy cows diet was developed, taking into account the calculated parameters and criteria (pure lactation energy, digested protein, nitrogen balance in the rumen etc.) lets quickly identify errors in feeding cows and timely eliminate them when optimizing of rations.

For the optimization of nutritions the amount of feed in kilograms of dry matter and the level of crude fiber in the dry matter of the feed have been reduced to the optimum, which allows animals to increase their dietary intake.

The unit of measurement for the cow's need for protein, as well as an indicator of providing the protein is the absorbed protein in the intestine. The digested protein consists of microbial protein, which was formed in the rumen, and not cleaved in the rumen protein. It shows how much protein will be available in the small intestine, while taking into account the energy available in the feed and the amount of protein not cleaved in the rumen.

Reducing the nitrogen balance in the rumen from a critical value of 95 to 55 reduces the threat to the health of the animals, and in particular to the breach of their reproductive capacity, to the health of the udder, and the disease of the hoofs because of the imbalance of protein and energy in the nutrition. Cow productivity also increases through the more efficient nitrogen's using by microorganisms of rumen.

Ration's balancing for high-performance animals requires to use indicators such as: pure lactation energy, digested protein, nitrogen balance in the rumen. It will allow to reduce the cost of the nutrition and increase the milk productivity of cows up to 3 kg per 1 cow and, as a consequence, to generate additional profit up to 34 UAH per 1 cow.

Key words: feed, nutritional value, nutrition, pure lactation energy, digested protein, rumen nitrogen balance, raw fiber, minerals.

СУЧАСНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ ТА КОРЕКЦІЇ РАЦІОНІВ ДЛЯ КОРІВ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ СТАД

В. В. Борщенко, Д. М. Кучер, О. А. Кочук-Ященко, В. Ю. Мамченко, О. О. Лавринюк

Житомирський національний агроєкологічний університет

бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

У статті наведено алгоритми розрахунку поживності кормів, складання та оцінки продуктивної дії раціону для дійних корів з врахуванням конкретних параметрів та критеріїв, що дозволяють

оперативно виявляти помилки в годівлі корів та вчасно їх усувати на етапі оптимізації раціонів.

Опрацьована методика оцінки продуктивної дії раціону дійних корів з врахуванням розрахункових параметрів та критеріїв (чиста енергія лактації, засвоєний протеїн, баланс азоту в рубці тощо) дозволяє оперативно виявляти помилки в годівлі корів та вчасно їх усувати на етапі оптимізації раціонів.

При оптимізації раціонів кількість корму в кілограмах сухої речовини та рівень сиров'язковини в сухій речовині корму знижується до оптимальної, що дозволяє тваринам збільшити споживання раціону.

Одиницею виміру для потреби корови в протеїні, а також показником забезпечення раціону протеїном прийнятий засвоєний протеїн в кишечнику. Засвоєний протеїн складається з мікробного протеїну, який утворюється в рубці, і нерозщеплюваного в рубці протеїну. Він показує, як багато протеїну буде доступно в тонкому кишечнику і, при цьому, він враховує наявну в кормі енергію і кількість нерозщеплюваного в рубці протеїну.

При зменшенні балансу азоту в рубці із критичного показника 95 до 55, знижується загроза здоров'я тварин, а особливо порушенню їх відтворювальної здатності, здоров'я вимені, захворювання ратиць через дисбаланс білка й енергії в раціоні. Крім того, слід очікувати підвищення продуктивності корів за рахунок більш ефективного використання азоту мікроорганізмами рубця.

Балансуючи раціон для високопродуктивних тварин, необхідно використовувати такі показники: чиста енергія лактації, засвоєний протеїн, баланс азоту у рубці, що дасть змогу знизити вартість раціону та підвищити рівень молочної продуктивності корів до 3 кг на 1 корову та, як наслідок, отримати додатковий прибуток до 34 грн на 1 дійну корову.

Ключові слова: корми, поживність, раціон, чиста енергія лактації, засвоєний протеїн, баланс азоту рубця, сира клітковина, мінеральні речовини.

Вступ

Загальновідомо, що максимально реалізувати генетичний та продуктивний потенціал тварини неможливо без забезпечення їх повноцінної годівлі. Збалансований раціон для годівлі тварин повинен розроблятися у відповідності до їх фізіологічного стану, рівня продуктивності, статеві-вікової групи тощо (Bilouvan, 2008).

У практичних умовах виробництва повноцінна годівля досягається шляхом ретельного балансування раціонів за цілою низкою показників поживної цінності та дотримання правил згодовування кормів. Балансування раціонів за вітчизняними нормами годівлі не гарантує високої продуктивності тварин, оскільки не враховує цілої низки параметрів, які наразі використовуються в країнах з розвинутим тваринництвом. Ці параметри регламентуються нормами NRC (National, 2001; Kandiba, 2008).

До таких параметрів слід віднести кількість нейтрально-детергентної клітковини (НДК), кислото-детергентної клітковини (КДК), розчинний та нерозчинний в рубці протеїн, засвоєний протеїн, баланс азоту в рубці.

Таким чином, норми годівлі, які використовуються нині для оптимізації живлення молочної худоби мають недоліки, які не дозволяють у повній мірі реалізувати генетичний потенціал

продуктивності тварин.

У цьому зв'язку безпосередній практичний інтерес має балансування раціонів корів саме з врахуванням сучасних норм NRC (NRC – відділ Національної академії наук США, який обґрунтовує норми годівлі с.-г. тварин), котрі постійно удосконалюються та використовуються для складання збалансованих раціонів для годівля тварин у США та низку інших країн світу (National, 2001; Humer et al, 2018).

Крім того, в практичних умовах виробництва виникає необхідність детального вивчення питань, пов'язаних з корекцією існуючих раціонів та обґрунтування критеріїв, за якими така корекція здійснюється.

Тому метою роботи є аналіз, корекція та складання раціонів для високопродуктивних корів за сучасними показниками поживності та, відповідно, із систематизованими методичними підходами.

Матеріали та методи

Розрахунок чистої енергії лактації, засвоєного протеїну, балансу азоту рубця (Ryadchikov, 2012) у раціонах проводили згідно з вітчизняними нормами (Bogdanov et al., 2011; Ibatullin et.al., 2016).

Для розрахунку поживності корму

користувалися загальноприйнятими методиками (Ibatullin et al., 2016; Dimchya et al., 2018), визначали кількість сухої речовини (СР), сирого протеїну (СП), сирого жиру, сирі клітковини, сирі золи, мікро та макроелементів.

Розрахунок раціонів, їх корекції та оптимізації, а також алгоритм розрахунку поживності кормів проводили за допомогою Microsoft Excel.

Результати досліджень та обговорення

Найбільш важливими показники, за якими балансують раціон у сучасному молочному скотарстві, є:

- суха речовина (СР)
- чиста енергія (ЧЕ, NEL)
- засвоєний протеїн (ЗП, nXP)
- баланс азоту в рубці (БАР, RNB)
- сира клітковина (СК, XF)
- мінеральні речовини: кальцій, фосфор,

натрій (Master-klas, 2015; McGilliard et al., 1983; Pierre & Thraen, 1999).

Тому потрібно вміти визначати добову потребу у вищезазначених поживних речовинах для конкретних тварин або технологічних груп.

Відповідно до методики NRC (National, 2001) добове споживання сухої речовини (ДССР) розраховується як функція наступних параметрів: надою 4 % молока (Надій 4 %), живої маси корови (ЖМ) та дня після отелення (ДПО):

$$ДССР = (0,372 \times \text{Надій } 4\% + 0,0968 \times ЖМ^{0,75}) \times (1 - e^{(-0,192 \times ((ДПО/7) + 3,67)})}$$

Або інша формула:

$$ДССР = ЖМ \times 0,011 + 0,3 \times \text{добовий надій} + 4.$$

Потреба лактуючих корів у загальній чистій енергії (ЧЕ_{загальна}) – це сума потреб у чистій енергії для забезпечення підтримуючих функцій організму (ЧЕ_{підтримання}) та чистої енергії, необхідної для утворення молока (ЧЕ_{молока}) (National, 2001; Master-klas, 2015):

$$ЧЕ_{загальна} (Мкал) = ЧЕ_{підтримання} + ЧЕ_{молока};$$

$$ЧЕ_{підтримання} (МДж/гол. на добу) = 0,293 \times ЖМ^{0,75}$$

$$ЧЕ_{молока} (МДж) = \text{Надій (кг)} \times ((1,05 (0,38 \times \% \text{ жиру в молоці}) + (0,21 \times \% \text{ білку в молоці}))).$$

У сухостійних корів в останні тижні тільності виникає додаткова потреба в енергії на посилення

ріст плода (Master-klas, 2015).

Потреба в енергії в сухостійний період:

$$\text{з 6 по 4 тижднів до отелення} = \text{потреба на життя} + 13 \text{ МДж ЧЕЛ/голову на добу};$$

$$\text{з 3 тижня і до отелення} = \text{потреба на життя} + 18 \text{ МДж ЧЕЛ/голову на добу};$$

$$ЧЕ (Мкал/кг СР) = ЧЕ_{загальна} / \text{Добове споживання сухої речовини}.$$

Потреба лактуючих корів у загальному сирому протеїні (СП_{загальний}) – це сума потреб у сирому протеїні для забезпечення підтримуючих

функцій організму (СП_{підтримання}) та сирого протеїну, необхідного для утворення молока (СП_{молока}) (McGilliard et al, 1983; Humer et al, 2018):

$$СП_{загальний} (г) = СП_{підтримання} + СП_{молока};$$

$$СП_{підтримання} (г) = 104,78 + 0,73 \times ЖМ - 0,00015432 \times ЖМ^2;$$

$$СП_{молока} (г) = \text{Надій (кг)} \times (4586 + 1036 \times (\% \text{ жиру в молоці})) / 100 \%;$$

$$СП = (СП_{загальний} / 1000) / \text{Добове споживання сухої речовини}.$$

Одиницею виміру для потреби корови в протеїні, а також показником, котрий забезпечує раціон протеїном, є засвоєний протеїн у кишечнику (ЗП, nXP). Засвоєний протеїн складається з мікробного протеїну, який утворюється в рубці, і нерозщеплюваного протеїну в рубці. Він показує, як багато протеїну буде доступно в тонкому кишечнику і, при цьому, він враховує наявну в кормі енергію і кількість нерозщеплюваного в рубці протеїну. Показник засвоєний

протеїн є розрахунковим (Master-klas, 2015).

Потреба в ЗП розділяється на потребу в протеїні на підтримання життя і потребу на продуктивність:

$$ЗП_{загальна \text{ потреба}} (г/голову на добу) =$$

$$= ЗП_{підтримання \text{ життя}} + ЗП_{продуктивності}.$$

Потреба в засвоєному протеїні на підтримання життя визначається за формулою (Master-klas, 2015):

$$ЗП_{підтримання \text{ життя}} (г/гол. на добу) = (431 \times 1,05) + (ЖМ - 650) / 2,5;$$

$$ЗП_{продуктивності} (г/гол. на добу) = \text{Надій (кг)} \times ((81 \times 1,05) + (10 \times \% \text{ білку в молоці} - 34) \times 2,1)).$$

У останні тижні перед отеленням плід розвивається дуже інтенсивно. Тому маса корови теж збільшується. Потреба в протеїні зростає на 20 г ЗП/50 кг приросту живої маси, що відповідає

1 г/2,5 кг (*Master-klass*, 2015).

Формула для розрахунку потреби в засвоєному протеїні для сухостійних корів:

$$ЗП_{6-4 \text{ тижні до отелення}} (\text{г/гол. на добу}) = (ЖМ + 680) / 2,5 + 1135;$$

$$ЗП_{3 \text{ тижні до отелення}} (\text{г/гол. на добу}) = (ЖМ + 710) / 2,5 + 1230.$$

Для створення мікробного протеїну мікроорганізмам рубця необхідні енергія і білок. Баланс азоту в рубці – це одиниця виміру забезпечення бактерій рубця азотом з урахуванням енергії, що міститься в кормі (*Master-klass*, 2015).

Негативний баланс азоту в рубці (г азоту на добу). Якщо баланс азоту в рубці є негативним, це говорить про нестачу азоту. Це означає, що в розпорядженні мікроорганізмів рубця є енергія, за допомогою якої вони могли б виробити більше мікробного протеїну, якби з кормом надійшло більше білка. Негативний баланс азоту рубця вказує на необхідну кількість азоту, котрий необхідно додати в раціон, щоб запобігти його нестачі (*Master-klass*, 2015).

Позитивний баланс азоту в рубці (г азоту на добу). Якщо баланс азоту в рубці є позитивним, це говорить або про достатнє забезпечення азотом (показник БАР повинен бути від 1 до 50), або про надлишок азоту (вище 50) і загрозу алкалоза (вище 100). Зменшити позитивний показник БАР можна введенням у раціон додаткової кількості енергії, що дозволить мікроорганізмам рубця переробити аміак у мікробний протеїн (*Master-klass*, 2015).

Для правильної годівлі корів необхідна достатня структура корму. Вона створює основу

для здорової роботи рубця, вкрай важлива для забезпечення поїдання великої кількості корму, моторики шлунково-кишкового тракту і процесу травлення.

Одним з показників, що характеризують структуру корму, є сира клітковина. Наприклад, показник сирової клітковини повинен бути не менше 17 % сухої речовини раціону для корів першої третини лактації. Саме на цей показник ми будемо орієнтуватися при розрахунку нашого раціону. Якщо наша корова поїдає 15 кг сухої речовини на добу, значить показник сирової клітковини повинен становити не менше:

$$15 \text{ кг} \times 17 \% / 100 \% = 2,55 \text{ кг, або } 2550 \text{ г.}$$

Крім сирової клітковини, про структуру раціону говорять такі показники як кількість нейтрально-детергентні клітковини, кислотно-детергентні клітковини і кислотно-детергентного лігніну в кормі.

У Німеччині користуються також показником структури корму (число, що дозволяє порівнювати дію структури різних кормів або загального раціону) (*Master-klass*, 2015).

Потребу в кальції, фосфорі і натрії для корови на різну продуктивність у розрахунку на кг сухої речовини наведено у таблиці 1 (*Master-klass*, 2015):

Таблиця 1. Потреба в кальції, фосфорі і натрії для корови на різну продуктивність у розрахунку на 1 кг сухої речовини

Продуктивність, кг	Кальцій, г	Фосфор, г	Натрій, г
10	4,1	2,6	1,2
15	4,7	2,9	1,3
20	5,3	3,3	1,4
25	5,6	3,5	1,4
30	5,8	3,6	1,4
35	6,2	3,8	1,5
40	6,4	4,0	1,5

Джерело: побудовано за даними Ibatullin et.al. (2016).

При складанні раціону необхідно знати показники поживності кормів, які ми використовуємо. По кожному з кормів, які ми плануємо використовувати в розрахунках, потрібно знати

(Как..., 2015): суху речовину (СР), енергію (ЧЕЛ, NEL), засвоєний протеїн (ЗП, nXP), баланс азоту в рубці (БАР, RNB), сирі клітковину (СК, XF) та мінеральні речовини (кальцій, фосфор, натрій).

Ідеальним варіантом вважається такий, коли ми свої корми здаємо в лабораторію, і отримуємо сертифікат, в якому вказані всі вищенаведені показники. Це можливо, якщо відправляти проби кормів у спеціалізовані лабораторії або провідні вітчизняні підприємства (Kak..., 2015).

Іншим варіантом можуть бути готові табличні дані поживності корму (Kak..., 2015). Останній варіант – розрахувати відсутні показники, орієнтуючись на вітчизняні довідники

поживності кормів. Порядок та алгоритми розрахунків за допомогою *Microsoft Excel* наведені на рисунку 1.

Розрахунок відсутніх показників (таких як чиста енергія лактації, засвоєний протеїн і баланс азоту в рубці) проводився на підставі базових даних за поживністю вітчизняних кормів.

Для того щоб правильно скласти раціони, які дійсно працюють на практиці, їх необхідно правильно аналізувати.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Назва корму, характеристика							введення даних		
3	Результати хімічного аналізу							заливка - введення формул		
4	Вода, г									
5	Суша речовина (СР), г		Неорганічна маса, г		Сира зола (СЗ), г			Вміст мінералів		
6			маса, г		Сирий протеїн (СП), г					
7			Органічна маса, г		Сирий жир (СЖ), г					
8					Сира клітковина (СК), г					
9					БЕР, г					
10	Допоміжні розрахунки									
11			Вміст, г/кг сухої речовини		Коефіцієнт перетравності, %			Перетравні сирі речовини г/кг СР		
12	Органічна маса (ОМ)									
13	Сирий протеїн (СП)									
14	Сирий жир (СЖ)									
15	Сира клітковина (СК)									
16	Безазотисті екстрактивні речовини (БЕР)									
17										
18	Розрахунок вмісту енергії в кормі на кг сухої речовини									
19	Загальна енергія (ЗЕ), МДж				$=0,0239 \cdot \text{СП} + 0,0398 \cdot \text{СЖ} + 0,0201 \cdot \text{СК} + 0,0175 \cdot \text{БЕР}$					
20	Обмінна енергія (ОЕ), МДж				$=0,0312 \cdot \text{пер.СЖ} + 0,0136 \cdot \text{пер.СК} + 0,0147 \cdot (\text{пер.ОМ} - \text{пер.СЖ} - \text{пер.СК}) + 0,00234 \cdot \text{СП}$					
21	Чиста енергія лактації (ЧЕЛ), МДж				$=0,6 \cdot (1 + 0,004 \cdot (\text{ОЕ} / \text{ЗЕ} \cdot 100 - 57)) \cdot \text{ОЕ}$					
22	Розрахунок забезпечення протеїном на кг сухої речовини							Основні показники	на кг СР	на натуральну вологу
23	Відсоток неперетравного протеїну (НПП), %							ЧЕЛ, МДж		
24	Неперетравний протеїн (НПП), г				$= \text{СП} \cdot \text{НПП}(\%) / 100$					
25	Засвоєний протеїн (ЗП), г				$= (11,93 - 6,82 \cdot \text{НПП} / \text{СП}) \cdot \text{ОЕ} + 1,03 \cdot \text{НПП}$					
26	Мікробний протеїн (МП), г				$= \text{ЗП} - \text{НПП}$					
27	Баланс азоту в рубці (БАР), г				$= (\text{СП} - \text{ЗП}) / 6,25$					
28								Фосфор, г		

Рис. 1. Порядок та алгоритми розрахунків показників: чиста енергія лактації, засвоєний протеїн і баланс азоту в рубці для корму

У якості першого кроку потрібно навчитися правильно аналізувати той раціон, який фактично отримують тварини. Це необхідно для того, щоб переконатися, що складений раціон є правильним і визначити резерви підвищення продуктивності. Аналіз раціону дозволяє виявити помилки годівлі і показує шляхи їх виправлення.

На рисунку 2. наведений фактичний раціон, який використовується в господарстві на поголів'ї тварин з плановою продуктивністю 35 л молока/корову/добу при живій масі 600 кг, жирності молока 3,8 % та вмісті білку в молоці 3,4 %.

Першим кроком аналізу раціону є показники сухої речовини та сирі клітковини. Аналіз вищенаведеного раціону свідчить, що у ньому завищені показники сухої речовини і сирі клітковини. Так у ньому міститься на 1,770 кг

сухої речовини більше максимально допустимої норми, що свідчить про те, що цей раціон корови не поїдають повністю, а тому в організм не можуть в достатній мірі надійти всі необхідні поживні речовини.

Основним показником, котрий характеризує якість основного корму, є концентрація енергії, яка залежить від кількості клітковини або клітинних оболонок в сухій речовині корму. Забезпечення споживання сухої речовини основного корму залежить від його якості.

Необхідна кількість сирі клітковини забезпечується за рахунок згодовування основних кормів. При цьому, досягається оптимальний рівень рН (приблизно 6–6,5) в рубці. Пропіонова та оцтова кислоти, котрі є у необхідній кількості та співвідношенні 3:1, забезпечують синтез молочного жиру.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	
1	Добовий раціон дійної корови							введення вихідних даних						введення формул					
3	Жива маса	600	кг	Жирність молока		4,0	%	Білок молока		3,4	%	Макс. СР, кг (3,5% ЖМ)		21					
5	Фактичний надій	18	кг/добу	Бажаний надій		20,0	кг/добу	Споживання корму		15	кг сухої речовини/добу								
7	Основний корм	Маса корму, кг	Суша речовина		Енергія, ЧЕЛ		Засвоєний протеїн (ЗП)		Баланс азоту в рубці		Сира клітковина		Кальцій		Фосфор		Натрій		
8			Вміст г/кг нат.во. логу	К-ть, кг	Вміст МДж/кг СР	К-ть, МДж	Вміст г/кг СР	К-ть, г	Вміст г/кг СР	К-ть, г	Вміст, г/кг СР	К-ть, г	Вміст, г/кг СР	К-ть, г	Вміст, г/кг СР	К-ть, г	Вміст т, г/кг СР	К-ть, г	
9	Кукурудзяний силос	20	330	6,6	6,6	43,6	133	878	-8	-52,8	185	1221	2,5	16,5	2,5	16,5	0,3	2,0	
10	Сінаж люцерни	13	400	5,2	6,1	31,7	137	712	5	26	260	1352	5,9	30,7	3,8	19,8	0,5	2,6	
11	Сіно лугове	1	860	0,86	5,92	5,1	137	118	3	2,58	225	194	7,2	6,2	3,5	3,0	0,4	0,3	
12																			
13	Сума основного корму	34		12,66		80,4		1708		-24,22		2767		53,4		39,3		4,9	
14	Потреба на життя					35,5		433											
15	Сума без потреби на життя					44,9		1275											
16	Потреба на 1 кг молока					3,28		85											
17	достатньо для ... кг молока					13,7		15,0											
18	Балансуючий корм																		
19	Соевий шрот	1	880	0,9	8,6	7,6	288	253	36	32	67	59	3,4	3,0	7,3	6,4	0,3	0,3	
20	Ячмінь	0	880	0	8,21	0,0	165	0	-6	0	50	0	0,7	0,0	4	0,0	0,3	0,0	
21	Сума баланс концентрів	1		0,9		7,6		253		32		59		3,0		6,4		0,3	
22	Сума основного корму + баланс концентрів без потреби на життя для ЧЕЛ та СР		35		13,5		52,4		1529		7		2825		56,4		45,7		5,2
23	достатньо для ... кг молока					16,0		18,0											
24	Продуктивний комбікорм																		
25	Соевий шрот	0,5	880	0,4	8,6	3,8	288	127	36	16	67	29	3,4	1,5	7,3	3,2	0,3	0,1	
26	Соняшниковий шрот	0	880	0	6,01	0,0	203	0	29	0	222	0	4	0,0	10,7	0,0	0,5	0,0	
27	Ячмінь		880	0	8,21	0,0	165	0	-6	0	50	0	0,7	0,0	4	0,0	0,3	0,0	
28	Пшениця	0,5	880	0,44	8,53	3,8	170	75	-5	-2	30	13	0,7	0,3	3,8	1,7	0,3	0,1	
29	Кукурудза	1	880	0,88	8,38	7,4	166	146	-10	-9	26	23	0,4	0,4	3,5	3,1	0,2	0,2	
30	Крейда	0,07	997	0,07									383	26,7	0,4	0,0		0,0	
31	Сіль	0,045	995	0,04													367	16,4	
32																			
33																			
34	Сума продуктивного комбікорму	2,12	886	1,9		14,9		348		5		66		28,9		8,0		16,9	
35	Сума основного корма + баланс концентрів + прод. концентрів без потреби на життя для ЧЕЛ та СР		37,12		15,4		67,3		1877		12		2891		85,2		53,7		22,1
36	достатньо для ... кг молока					20,5		22,1											
37																			
38	Контроль вмісту сирової клітковини та мінерального балансу																		
39	Вміст сирової клітковини в сухій речовині					18,76	%						5,53	3,5	1,4				
40	Норма, % або г на 1 кг СР, мін					17%	Потреба Са, Р, На в г/кг СР на...кг молока					10	4,1	2,6	1,2				
41													15	4,7	2,9	1,3			
42													20	5,3	3,3	1,4			
43													25	5,6	3,5	1,4			
44													30	5,8	3,6	1,4			
45													35	6,2	3,8	1,5			
46													40	6,4	4	1,5			
47	Розподіл продуктивного комбікорму на різну продуктивність																		
48	Для кількості молока в кг	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40		
49	Продуктивного комбікорму в кг за					0,83	1,65	2,48	3,30	4,13	4,95	5,78	6,61	7,43	8,26	9,08	9,91		
50	Продуктивного комбікорму в кг за СР					0,92	1,83	2,75	3,67	4,59	5,50	6,42	7,34	8,26	9,17	10,09			
51																			
52	Міститься 1 кг СР продуктивного комбікорму					7,95	ЗП												
53	на 1 кг молока за енергією потрібнокг комбікорму					0,41													
54	на 1 кг молока за СР потрібнокг комбікорму					0,46													

Рис. 2. Форма розрахунків раціону в програмі Excel

У сухій речовині раціону повинно міститися 18,0–20,0 % клітковини, з яких 12,0 % – це структурна клітковина, тобто повністю сира клітковина

основних кормів, які не містять зернових компонентів. Частково вона присутня в коренеплодах. Зернові компоненти не містять структурної

клітковини.

Другим важливим етапом аналізу продуктивної дії раціону є показник обмінної енергії або чистої енергії. Для того щоб розрахувати, на яку продуктивність вистачить енергії з основного корму, необхідно зробити наступне:

- 1) із загальної кількості енергії з основного

корму відняти потребу на життя:

$$148,2 - 35,5 = 112,5 \text{ МДж } \text{ЧЕ}_{\text{Лактації}}$$

- 2) розділити отриманий показник на потребу в енергії на 1 кг молока:

$$112,5 : 3,28 = 35,1 \text{ кг молока можна отримати з основного корму.}$$

Таблиця 2. Фактичний раціон, який використовується в господарстві

Показники	Мінімум	Фактично міститься в раціоні	Максимум
Суша речовина, г		23522	21750
Чиста енергія лактації (ЧЕЛ), МДж	154,2	148,2	
% ЧЕЛ в СР	6,5	6,3	
Сирий протеїн, г	3575,6	3959,5	
% сирого протеїну в СР		16,83	
nXP, г	3575,0	3363,3	
АБР, г	10	95	60
Сира клітковина, г		5489	3780
Структурна клітковина, г	1800	4050	
Крохмаль+цукор, г		4400	7500
% крохмалю+цукру в СР		15,3	
Кальцій, г	135	149	
Фосфор, г	84	105	
Натрій, г	29	33	
Магній, г	33	56	
Розрахунок надою за ЧЕЛ, літрів		<35,1	
Розрахунок надою за СПротеїном, літрів		<38-40	
Розрахунок надою за nXP, літрів		<34,5	

Наступним важливим показником оцінки продуктивної дії корму є сирий протеїн (Master-

klass, 2015; McGilliard et al., 1983; St. Pierre &

Thraen, 1999).

При цьому, можуть бути корисними дані, наведені в таблиці 3.

Таблиця 3. Зв'язок між продуктивністю та кількістю і якістю корму (для корів вагою 600 кг)

Спожи- вання СР, кг	Надій за вмістом СР, кг	Вміст білка у раціоні, %													
		12	13	14	14,5	15	15,5	16	16,5	17	17,5	18	18,5	19	
		Надій за вмістом білка в раціоні, кг													
26,0	40,0	26,0	28,5	30,0	31,0	33,0	34,0	35,0	36,0	40,0	41,0	43,0	44,0	41,0	
25,0	38,0	25,5	27,5	29,0	30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	39,0	40,0	41,0	42,0	40,0	
24,0	36,0	24,0	26,0	28,0	29,0	30,0	31,0	32,0	33,0	37,0	38,0	39,0	40,0	38,0	
23,0	34,0	23,5	25,5	27,0	28,0	29,0	30,0	31,0	32,0	36,0	37,0	38,0	39,0	36,0	
22,0	32,0	22,5	24,5	26,0	27,0	28,0	28,0	29,0	30,5	34,0	35,0	36,0	37,0	35,0	
21,0	30,0	21,5	23,5	25,0	25,0	26,0	27,0	28,0	29,0	32,0	33,0	34,0	35,0	33,0	
20,0	28,0	20,0	22,5	23,0	24,0	25,5	26,0	27,0	28,0	28,0	29,0	30,0	31,0	32,0	
19,0	26,0	19,0	21,5	22,0	23,0	24,0	25,0	25,5	26,0	27,0	28,0	29,0	29,0	30,0	
18,0	24,0	18,5	20,5	21,0	22,0	23,0	23,5	24,0	25,0	26,0	26,5	27,0	28,0	29,0	
17,0	22,0	17,5	18,5	20,0	21,0	21,5	22,0	23,0	23,5	24,0	25,0	26,0	26,5	27,0	
16,0	20,0	16,5	17,5	19,0	19,5	20,0	21,0	21,5	22,0	23,0	23,5	24,0	25,0	25,5	
15,0	18,0	15,5	16,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	21,0	21,5	22,0	23,0	23,5	24,0	
14,0	16,0	14,0	15,5	16,0	17,0	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0	22,0	22,5	
13,0	14,0	13,5	14,5	15,0	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	20,0	20,5	21,0	
12,0	12,0	12,5	13,5	14,0	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	

Дані таблиці 3 враховують зв'язок між надоєм корів, споживанням сухої речовини та вмістом білка в сухій речовині раціону.

Також продуктивну дію раціону за вмістом сирого протеїну можна оцінити, орієнтуючись на те, що з 1 кг сирого протеїну раціону може утворитись 10 кг молока (Humer et al, 2018).

Якщо в раціоні спостерігається надлишок розчинного в рубці протеїну (RDP), це може призвести до зниження молочної продуктивності. Основними ознаками високого рівня RDP у раціоні є підвищення рівня сечовини в молоці (MUN) до величини $>18 \text{ g/dl}$ та рідкий гній у тварин.

Захищений або байпасний протеїн не розщеплюється в рубці і без значних змін переміщується до кишечника, де відбувається його розщеплення на амінокислоти. Збалансовані раціони для великої рогатої худоби із великим вмістом глютену або клейковини кукурудзи містять білки, що важко перетравлюються. Використання захищеної сої зумовлює підвищення молочної продуктивності на 6,0–7,5 %. Найбільш підходящими кормами у цьому відношенні є ріпак, люпин, соя, барда, жом.

Головним і найбільш дешевим джерелом білка для годівлі молочних корів є макуха або соняшниковий шрїт, адже дані продукти містять до 96 % розщеплюваного протеїну у рубці, який там перетворюється на аміак.

Баланс азоту в рубці також є корисним показником оцінки продуктивної дії раціону. Якщо баланс азоту в рубці (АБР) перевищує максимально допустимі 60 г то це сигналізує нам про те, що при цьому раціоні в організмі тварини утворюється значно більш висока кількість аміаку, ніж можуть переробити бактерії рубця через нестачу енергії. Це призводить до недоотримання молока, а також є прямою загрозою захворювань печінки та зменшення тривалості господарського використання тварин. Зменшення балансу азоту рубця можна досягнути завдяки додаванню до раціону концентрованого енергетичного корму, що дозволить використати для утворення мікробного протеїну більшу частину азоту у формі аміаку.

Мікробіальний білок утворюється мікрофлорою рубця шляхом використання енергії та перетравної частини органічної речовини раціону. Мікробіальний білок, разом з неперетравним протеїном основного корму, після потрапляння у кишечник тварини, є так званим засвоєним протеїном.

Баланс азоту в рубці та засвоєний протеїн – є нормованими показниками поживності, можуть визначатись лабораторно або розрахунково.

Приклад оптимізації раціону наведений у таблиці 4, а оцінка його економічної ефективності в таблиці 5.

Таблиця 4. Зразок оптимізації раціону

Компоненти раціону	Раціон до оптимізації	Раціон після оптимізації
Кукурудзяний силос, кг	18	14
Сінаж люцерни (високоякісний), кг	12	16
Сіно люцерни, кг	1	0,7
Корнаж, кг	4	5
Ячмінь, кг	2	2
Пшениця, кг	1	1,8
Макуха соняшникова, кг	2	1,8
Шрот соєвий, кг	3	2,8
Пивна дробина, кг	5	4
М'яса, кг	1	1
Раціон дозволяє отримати:		
За вмістом енергії, літрів	<35,1	>35,2
За вмістом сирого протеїну, літрів	<38-40	>36
За вмістом пХР, літрів	<34,5	>35,5
Баланс азоту в рубці (АБР), г	95	55
Вміст сирогої клітковини в СР, %	23,3	20,1

Таблиця 5. Розрахунок економічного впливу оптимізації раціону

Компоненти раціону	Вартість 1 т фізичної ваги, грн	Раціон до оптимізації		Раціон після оптимізації	
		кількість у раціоні, кг	вартість у раціоні, грн	кількість у раціоні, кг	вартість у раціоні, грн
Кукурудзяний силос, кг	1000	18	18	14	14
Сінаж люцерни (високоякісний), кг	1470	12	17,64	16	23,52
Сіно люцерни, кг	550	1	0,55	0,7	0,385
Корнаж, кг	8000	4	32	5	40
Ячмінь, кг	4000	2	8	2	8
Пшениця, кг	4500	1	4,5	1,8	8,1
Макуха соняшникова, кг	5000	2	10	1,8	9
Шрот соєвий, кг	9000	3	27	2,8	25,2
Пивна дробина, кг	1200	5	6	4	4,8
М'яса, кг	900	1	0,9	1	0,9
<i>Разом</i>			0		0
Вартість додатково отриманого молока від корови, грн	10000	0	0	3	30
Додатковий прибуток на кожну корову, грн					4,7

Аналіз фактичного раціону в господарстві (таблиця 4) дозволяє зробити наступні висновки щодо продуктивної дії раціону. Розрахунковий показник – 35 кг молока. Але з реального раціону можна вийти тільки на 35,1 кг за енергією і на 34,5 за засвоєним протеїном (*nXP*). Ці цифри підтверджують відповідні показники (*NEL* – 148,21 замість 154,20 і *nXP* – 3363,29 замість 3575,00).

Також спостерігається перевитрата сирого протеїну на 1 кг молока.

Крім того, завищені показники сухої речовини та сирогої клітковини не дозволяють очікувати навіть такої продуктивності. Насторожує також неефективне використання білку в організмі, про що свідчать завищені показники балансу азоту в рубці. Побачивши реальну картину, можна приступити до корегування раціону.

Результати оптимізації раціону: кількість корму у кг сухої речовини та рівень сирогої клітковини в сухій речовині корму знизилися до оптимальної кількості, що дозволяє тваринам збільшити споживання раціону; оптимальне співвідношення сухої речовини концентрованих і

грубих кормів; баланс азоту в рубці зменшився із критичного показника 95 до 55, усунуто загрозу здоров'ю тварин через дисбаланс білка й енергії в раціоні. Крім того, слід очікувати підвищення продуктивності корів за рахунок більш ефективного використання азоту мікроорганізмами рубця.

У результаті вищенаведених заходів вартість раціону знизилася, а молочна продуктивність корів очікувано зростає на 3 кг голову. При цьому, планується додатково отримувати 4,50+30,0 грн на корову щодня.

Висновки

Опрацьована методика оцінки продуктивної дії раціону дійних корів з врахуванням розрахункових параметрів та критеріїв (чиста енергія лактації, засвоєний протеїн, баланс азоту в рубці тощо) дозволяє оперативно виявляти помилки в годівлі корів та вчасно їх усувати на етапі оптимізації раціонів.

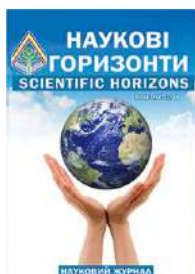
За оптимізації раціонів кількість корму в кілограмах сухої речовини та рівень сирогої клітковини в сухій речовині корму знизилися до оптимальної кількості, що дозволяє тваринам

збільшити споживання раціону. А завдяки зниженню балансу азоту у рубці у корів очікується підвищення продуктивності за рахунок більш ефективного використання азоту мікроорганізмами рубця.

Балансуючи раціон для високопродуктивних тварин, необхідно використовувати такі показники: чиста енергія лактації, засвоєний протеїн, баланс азоту у рубці, що дасть змогу знизити вартість раціону та підвищити рівень молочної продуктивності корів до 3 кг на 1 корову та, як наслідок, отримати додатковий прибуток до 34 грн на 1 дійну корову.

References

- Biloyvan, V. D. (2008). Strategichne biznes – planuvannya innovatsiynih proektiv rozvitku tvarinnitstva. effektivni tehnologiyi ta menedzhment u tvarinnitstvi [strategic business – planning innovative livestock development projects]. *Zbirnik naukovih prats Harkivskoyi Derzhavnoyi Zooveterinarnoyi Akademiyi*, 19(1), 21–28. [in Ukrainian].
- Bogdanov G. O., Kandyba V. M. (Ed.). (2011). Normy i ratsiony povnotsinnoyi godivli vysokoproduktyvnoyi velykoyi rohatoyi khudoby. [Standards and rations of highquality feeding of highyielding cattle]. Harkiv, 291. [in Ukrainian].
- Dimchya G. G., Maistrenko A. N. (2018). Rozscheplyuvanlst sirogo proteYinu kormIv ta effektivnIst yogo vikoristannya [Fission of crude protein of feed and efficiency of its use]. *ZernovI kulturi*, V.2. 1, 150–155. [in Ukrainian]. doi: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0021>.
- Ibatullin I. I., Zhukorsky O. M. (Ed.). (2016). DovIdnik z povnotsInnoYi godIvII sIlskogospodarskih tvarin [Guide to the complete feeding of farm animals]. Kyiv: Agrarian Science, 300. [in Ukrainian].
- Kak rasschitat' pokazateli chistaja jenergija laktacii, usvoennyj protein i balans azota v rubce dlja korma, znaja dannye po syromu proteinu, syromu zhiru, syroj kletchatke, syroj zole i BJeV. [How to calculate the net lactation energy, digested protein and nitrogen balance in the rumen for feed, knowing data on raw protein, raw fat, crude fiber, raw ash and BEV]. (2015). URL: <http://soft-agro.com/korovy/kak-rasschitat-pokazateli.html> [in Russian].
- Kandiba, V. M. (2008). Aktualni problemi i prioritetni shlyahi rozvitku nauki i praktiki normovanoyi godivli velikoyi rogatoyi hudobi v Ukrayini do 2010–2020 rr. [Actual problems and priority ways of development of science and practice of normalized feeding of cattle in Ukraine till 2010–2020]. *Efektivni tehnologiyi ta menedzhment u tvarinnitstvi. Zbirnik naukovih prats Harkivskoyi Derzhavnoyi Zooveterinarnoyi Akademiyi*, 19(1), 89–98. [in Ukrainian].
- Master-klass: sostavlyaem racion dlja korovy.[Master class: make a nutrition for the cow]. (2015). URL: <http://soft-agro.com/korovy/master-klass-sostavlyaem-racion-dlya-korovy.html> [in Russian].
- Humer, E., Petri, R. M., Aschenbach, J. R., Bradford, B. J., Penner, G. B., Tafaj, M., Südekum, K.-H. & Zebeli, Q. (2018). Practical feeding management recommendations to mitigate the risk of subacute ruminal acidosis in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 101, 1–17. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13191>.
- McGilliard, M. L., Swisher, J. M. & James. R. E. (1983). Grouping lactating cows by nutritional requirements for feeding. *J. Dairy Sci.*, 663, 1084–1093. doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(83\)81905-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(83)81905-5).
- National Research Council. (2001). Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition. *Washington, DC: The National Academies Press*. 401. doi: <https://doi.org/10.17226/9825>.
- Pierre, St. N. R. & Thraen, C. S. (1999). Animal grouping strategies, sources of variation, and economic factors affecting nutrient balance on dairy farms. *J. Anim. Sci.* 77, 72–83. doi: https://doi.org/10.2527/1999.77suppl_272x.
- Ryadchikov V. G. (2012). Osnovy pitaniya i kormleniya sel'skhozajstvennyh zhivotnyh: uchebno-prakticheskoe posobie [Fundamentals of nutrition and feeding of farm animals]. Krasnodar: KubSAU, 328. [in Russian].



UDC 630.228.7+566

FEATURES OF THE GROWTH OF MODAL ARTIFICIAL OAK STANDS OF THE LEFT-BANK FOREST-STEPPE ZONE AND USING THE FOREST GROWTH POTENTIAL

L. Lunachevskyy, M. Rumiantsev

Article info

Received

10.02.2020

Accepted

11.03.2020

Ukrainian
Research Institute
of Forestry
and Forest
Melioration
named after
G. M. Vysotsky
86, Pushkinska Str.,
Kharkiv, 61024,
Ukraine

E-mail:
lunachevskiy@ukr.net;
mxrum-89@ukr.net

Lunachevskyy, L., Rumiantsev, M. (2020). Features of the growth of modal artificial oak stands of the Left-bank Forest-Steppe zone and using the forest growth potential. Scientific Horizons, 03 (88), 106–115. doi: 10.33249/2663-2144-2020-88-3-106-115.

Yield tables are the basis of regulatory materials for forest fund accounting, design and planning of forestry operations, and implementation of measures to increase forest productivity.

Growth modeling of oak stands and construction of yield tables were performed according to generally accepted methods by analyzing the Database of Production Association «Ukrderzhlisproekt». The correlation bonds of the main taxations indexes of artificial oak stands within the territory of the Left-bank Forest-Steppe zone were revealed. The calculated correlation coefficients to select adequate regression models of growth were used. To simulate the growth processes of forest plantations, the Mitcherlich function is used which takes into account the biological features of oak growth.

On the basis of presented the mathematical models regional tables of growth of modal and reference plantations artificial oak forest stands of the Left-bank Forest-steppe zone of Ukraine created in conditions of fresh maple-lime oak forest are compiled. The resulting yield tables describe tree stands and their removed parts (due to natural thinning or forest management operations). It is determined that the age of quantitative maturity of the reference artificial oak stands comes earlier (43 years) than of the modal artificial oak stands (48 years). The index of the forest growth potential utilization of forest lands is defined for modal stands of artificial origin in the studied forest area. By comparison with reference artificial oak stands of the Left-bank Forest-steppe zone the importance of indexes of the forest growth potential utilization of forest lands is in the range of 49 % (stands 10 years old) to 83 % (stands 120 years old). The weighted average was 75 %.

The resulting yield tables of modal and reference plantations artificial oak forest stands of the Left-bank Forest-steppe zone of Ukraine it is appropriate to apply at the time of the planning of forestry operations (in particular care fellings).

Key words: oak, productivity of stands, yield tables, reference stands, modal stands, taxations indexes.

ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ШТУЧНИХ ДУБОВИХ НАСАДЖЕНЬ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ ТА ВИКОРИСТАННЯ НИМИ ЛІСОРОСЛИННОГО ПОТЕНЦІАЛУ

Л. С. Луначевський, М. Г. Румянцев

Український науково-дослідний інститут лісового господарства
та агролісомеліорації імені Г. М. Висоцького
вул. Пушкінська, 86, м. Харків, 61024, Україна

Таблиці ходу росту покладені в основу нормативно-довідкових даних та використовуються для обліку лісового фонду, проектування та планування лісгосподарських робіт, здійснення заходів щодо

підвищення продуктивності лісів тощо.

Моделювання росту дубових насаджень та побудову таблиць ходу росту здійснювали за загальноприйнятими методиками на основі аналізу повидільної бази даних ВО «Укрдержліспроєкт». Виявлено кореляційні зв'язки між основними таксаційними показниками дубових насаджень штучного походження в межах Лівобережного Лісостепу. Розраховані коефіцієнти кореляції використано при підборі адекватних регресивних моделей росту насаджень. Для моделювання ростових процесів лісових насаджень використано функцію Мітчерліха, яка найповніше враховує біологічні особливості росту дуба.

На основі розроблених математичних моделей складено регіональні таблиці ходу росту для модальних та високопродуктивних дубових насаджень штучного походження, що ростуть в умовах свіжої кленово-липової діброви. Отримані таблиці ходу росту характеризують насадження загалом і частину, що вибирається із насадження в результаті природного відпаду або проведених лісогосподарських заходів. Встановлено, що вік кількісної стиглості у більш продуктивних дубових насадженнях настає раніше (43 роки), ніж в модальних (48 років). Визначено показники використання лісорослинного потенціалу модальними дубовими насадженнями штучного походження. У порівнянні із високопродуктивними дубовими насадженнями Лівобережного Лісостепу значення показників використання лісорослинного потенціалу варіюють у межах від 49 (насадження віком 10 років) до 83 % (насадження віком 120 років), а середньозважене його значення становить 75 %.

Розроблені таблиці ходу росту модальних і високопродуктивних дубових насаджень штучного походження в межах Лівобережного Лісостепу України доцільно застосовувати під час проектування та проведення відповідних лісогосподарських заходів у них (зокрема, рубок догляду).

Ключові слова: дуб звичайний, продуктивність насаджень, таблиці ходу росту, високопродуктивні насадження, модальні насадження, таксаційні показники.

Вступ

Нормативи регіональної продуктивності лісів у вигляді таблиць ходу росту (ТХР), що відображають особливості росту модальних і високопродуктивних (еталонних) насаджень, є основою для планування та проведення лісогосподарських заходів, а також визначення показників рівня використання насадженнями лісорослинного потенціалу.

ТХР слугують експериментальним матеріалом під час досліджень загальних закономірностей, а також регіональних особливостей росту насаджень. Вони також є основою для побудови нормативно довідкових матеріалів під час таксації лісів. Враховуючи те, що ТХР являють собою середні ряди зміни основних таксаційних показників у часі, тому вони забезпечують більш точні результати стосовно не окремого насадження, а їхньої загальної сукупності (Tkach, 1999; Bala, 2004; Hrom, 2010; Stochynskii & Kashpor, 2010; Tkach et al., 2013).

Останнім часом у межах всієї території України загалом і, зокрема, в межах Лівобережного Лісостепу, активізувалися дослідження щодо розробки регіональних таблиць хода росту для основних лісоутворювальних порід (Bala, 2004; Tkach et al., 2009; Stochynskii & Kashpor, 2010; Lakyda et al., 2011; Tkach et al.,

2013; Kobets, 2015; Buhaiov et al., 2019; Vysotska & Kobets, 2019a; 2019b). Проте зазначимо, що для умов Лівобережного Лісостепу, нормативна база щодо таксації та обліку дубових насаджень штучного походження потребує удосконалення, так як нині діючі ТХР дубових насаджень не враховують регіональних особливостей росту цього виду.

Мета дослідження – виявити особливості росту та продуктивності дубових насаджень штучного походження в межах Лівобережного Лісостепу України.

Матеріали та методи

Для виявлення особливостей росту модальних дубових насаджень штучного походження та побудови таблиць ходу росту за загальноприйнятими в лісівництві та лісовій таксації методиками (Hrom, 2010) і методами математичної статистики (Lapach et al., 2001) використано повидільну базу даних лісовпорядкування ВО «Укрдержліспроєкт», а також дані 48 тимчасових пробних площ, закладених у насадженнях різного віку в умовах свіжої кленово-липової діброви, та 40 зрубаних модельних дерев без ознак пошкодження, які характеризувалися середніми параметрами стовбурів і розмірами крон за методом

пропорційно-ступеневого представництва (Lakyda et al., 2006). Для забезпечення достатньої вибірки проаналізовано 38745 таксаційних виділів дубових насаджень штучного походження.

Для побудови ТХР високопродуктивних дубових насаджень із таксаційної повидільної бази даних відбиралися ділянки високоповнотних (відносна повнота 0,8 і вище) і високобонітетних (клас бонітету I і вище) насаджень у відповідних класах віку із участю дуба в складі насаджень 7 і більше одиниць.

Кількісне оцінювання ефективності використання лісорослинного потенціалу дубовими насадженнями проведено шляхом порівняння продуктивності модальних і високопродуктивних насаджень (Matusiak, 2018; Tkach et al., 2018).

Так як більшість дубових насаджень штучного походження в межах Лівобережного Лісостепу ростуть в умовах свіжої кленово-липової діброви (67 % від загальної площі) за

II класом бонітету (41 %), то саме ці насадження обрано для моделювання ходу росту модальних.

Результати дослідження та обговорення

За результатами аналізу матеріалів повидільної бази даних лісовпорядкування встановлено, що до складу модальних дубових насаджень у межах Лівобережного Лісостепу входять наступні деревні породи: дуб звичайний (*Quercus robur* L.), ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.), клен гостролистий (*Acer platanoides* L.) та липа дрібнолиста (*Tilia cordata* Mill.). Відмітимо, що в мішаних дубових насадженнях штучного походження з віком поступово збільшується в складі частка дуба звичайного та липи дрібнолистої, а частка інших деревних порід (ясена звичайного та клена гостролистого) зменшується (рис. 1), що пов'язано із проведенням рубок догляду. Таку ж закономірність помічено й для високопродуктивних дубових насаджень.

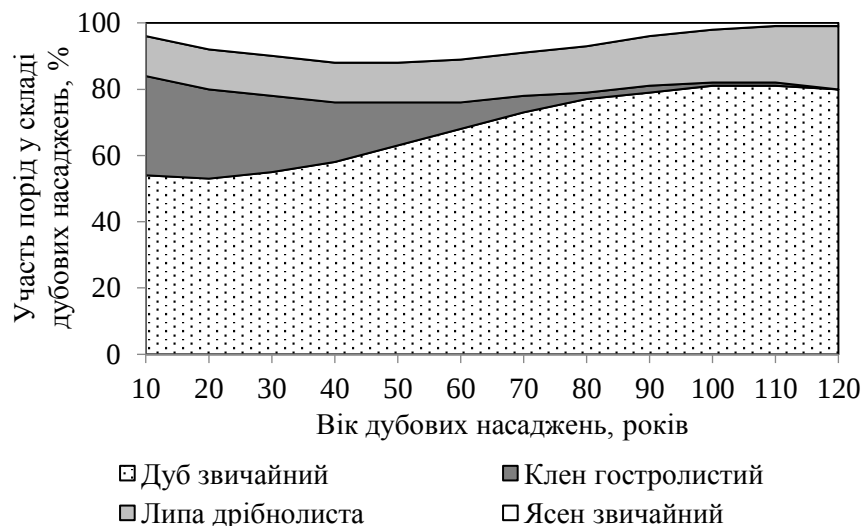


Рис. 1. Динаміка складу модальних дубових насаджень штучного походження Лівобережного Лісостепу

Для розроблення математичних моделей росту та продуктивності дубових насаджень важливим є визначення кореляційного зв'язку між їхніми середньозваженими таксаційними показниками. Напрямок і тісноту зв'язків між основними таксаційними показниками модальних насаджень встановлювали за величинами коефіцієнтів кореляції (табл. 1), які допомагають визначитися у підборі аргументів під час розроблення регресійних моделей.

Вік (A), діаметр (D), висота (H), сума площ перерізів на 1 га (G), запас на 1 га (M)

характеризувалися між собою прямопропорційним тісним зв'язком. Зі зменшенням відносної повноти (P) та кількості дерев на одиниці площі (N) спостерігалось збільшення інших таксаційних показників насаджень, тобто відмічався оберненопропорційний зв'язок. Виявлені кореляційні зв'язки таксаційних показників штучних дубових насаджень цілком відповідають природі росту лісових насаджень, а розраховані коефіцієнти кореляції використано при підборі адекватних регресивних моделей.

Таблиця 1. Кореляційна матриця основних таксаційних показників дубових насаджень штучного походження в умовах свіжої кленово-липової діброви Лівобережного Лісостепу

Таксаційні показники	A, років	D, см	H, м	N, шт. га ⁻¹	G, м ² га ⁻¹	M, м ³ ·га ⁻¹	P
A, років	1	0,899	0,963	-0,810	0,768	0,913	-0,697
D, см	0,899	1	0,907	-0,893	0,769	0,844	-0,618
H, м	0,963	0,907	1	-0,796	0,831	0,943	-0,544
N, шт. га ⁻¹	-0,810	-0,893	-0,796	1	-0,911	-0,856	0,435
G, м ² га ⁻¹	0,768	0,769	0,731	-0,911	1	0,891	-0,397
M, м ³ ·га ⁻¹	0,913	0,844	0,943	-0,856	0,891	1	-0,292
P	-0,697	-0,618	-0,544	0,435	-0,397	-0,292	1

Важливим таксаційним показником для моделювання ходу росту є середня висота, оскільки решта параметрів насаджень мають тісні зв'язки із нею. Крім того, середня висота має меншу варіацію, в порівнянні з іншими таксаційними показниками.

Для моделювання висоти використано функцію Мітчерліха, яка найповніше враховує біологічні особливості росту дуба (Lakyda et al., 2006). Базовим віком для дубових насаджень було прийнято 100 років, оскільки у цьому віці вони

характеризуються меншою мінливістю таксаційних показників, ніж молодняки та середньовікові насадження (Tkach et al., 2009; Kobets, 2015). Крім того, це дало змогу підібрати найбільш адекватні моделі росту насаджень за висотою та екстраполювати її до віку стиглості.

Для апроксимації середньої висоти складових порід у модальних дубових насадженнях підібрано функції (1–4). З огляду на незначні коливання складу високопродуктивних насаджень, для них підібрано функцію (5):

$$H_{Дз} = 1,11 \times (1 - e^{-0,025 \times A})^{1,23} \times H_{100}^{BA3} \quad (1)$$

$$H_{Яз} = 1,14 \times (1 - e^{-0,023 \times A})^{1,23} \times H_{100}^{BA3} \quad (2)$$

$$H_{Лпд} = 1,45 \times (1 - e^{-0,013 \times A})^{1,17} \times H_{100}^{BA3} \quad (3)$$

$$H_{Клг} = 1,44 \times (1 - e^{-0,013 \times A})^{1,15} \times H_{100}^{BA3} \quad (4)$$

$$H_{високопрод.} = 1,12 \times (1 - e^{-0,023 \times A})^{1,10} \times H_{100}^{BA3} \quad (5)$$

де: H – висота, (м);

A – вік, (років);

H_{100}^{BA3} – середня висота насаджень в базовому віці, (років).

Ріст за висотою модальних дубових насаджень віком до 80 років проходить у межах І класу бонітету у відповідності із загально-бонітетною шкалою М. М. Орлова (Shvidenko, 1987), а в насадженнях більш старшого віку інтенсивність росту за висотою дещо зменшується і насадження ростуть в межах ІІ класу бонітету. Подібну ситуацію відмічено і для високопродуктивних насаджень. Так, молодняки (насадження віком до 30 років) ростуть за Іб

класом бонітету, віком від 30 до 70 років – в межах Іа класу бонітету, а більш старшого віку – у межах І класу бонітету.

На значення середнього діаметра штучних дубових насаджень найбільше впливають вік і висота деревостану (див. табл. 1). Тому для моделювання середнього діаметра дуба використано відношення діаметра до висоти (D/H), яке характеризується наступними функціями (6–10):

$$\frac{D}{H_{Дз}} = 2E - 06 \times A^3 - 0,0004 \times A^2 + 0,0191 \times A + 0,8567 \quad R^2=0,82 \quad (6)$$

$$\frac{D}{H_{Яз}} = 6E - 07 \times A^3 - 0,0002 \times A^2 + 0,0139 \times A + 0,8263 \quad R^2=0,78 \quad (7)$$

$$\frac{D}{H_{Лпд}} = -6E - 05 \times A^2 - 0,0076 \times A + 1,3836 \quad R^2=0,86 \quad (8)$$

$$\frac{D}{H_{\text{Клг}}} = -5E - 08 \times A^4 + 1E - 05 \times A^3 - 0,0007 \times A^2 + 0,0134 \times A + 1,24 \quad R^2=0,94 \quad (9)$$

$$\frac{D}{H_{\text{високопрод.}}} = -2E - 05 \times A^2 + 0,005 \times A + 0,9378 \quad R^2=0,98 \quad (10)$$

де: D – середній діаметр, (см); H – висота, (м); A – вік, (років);

Одним із основних таксаційних показників насаджень є сума площ поперечних перерізів (G). Для визначення абсолютної повноти модальних дубових насаджень штучного походження використано як матеріали лісовпорядкування, так

і матеріали пробних площ. Суму площ поперечних перерізів для повних насаджень (з повнотою 1,0) взято із нормативно-довідкових матеріалів (Shvidenko, 1987). Абсолютна повнота добре апроксимується наступною функцією (11):

$$G = 2E - 05 \times A^4 - 0,001 \times A^3 - 0,0273 \times A^2 + 2,6329 \times A - 3,2188 \quad R^2=0,99 \quad (11)$$

Фактичну суму площ перерізів визначали через відносну повноту, використовуючи матеріали лісовпорядкування (базу даних). Відносну повноту для високопродуктивних дубових насаджень прийняли на рівні 0,8–1,0. Знаючи суму площ перерізів дубових насаджень

при повноті 1,0 і відносну повноту модальних високопродуктивних насаджень, визначено фактичну суму площ поперечних перерізів. Динаміку відносної повноти модальних дубових насаджень добре апроксимує наступна функція (12):

$$P = 1E - 07 \times A^3 - 4E - 05 \times A^2 + 0,0023 \times A + 0,7378 \quad R^2=0,81 \quad (12)$$

Залежність видового числа дуба (F) від висоти (H)

добре апроксимується наступною функцією (13):

$$F = -7E - 07 \times H^5 + 6E - 05 \times H^4 - 0,002 \times H^3 + 0,033 \times H^2 - 0,263 \times H + 1,399 \quad R^2=0,96 \quad (13)$$

Матеріали пробних площ також використано під час розрахунків середніх значень для висоти та діаметру частини насадження, що вирубається.

Редукційні числа середнього діаметру (R_d) та середньої висоти (R_h) моделювали залежно від віку за допомогою наступних функцій (14–21):

$$Rd_{\text{дз}} = -4E - 09 \times A^4 + 1E - 06 \times A^3 - 0,0002 \times A^2 + 0,0093 \times A + 0,4284 \quad R^2=0,89 \quad (14)$$

$$Rd_{\text{яз}} = 4E - 07 \times A^3 - 0,0001 \times A^2 + 0,0083 \times A + 0,5153 \quad R^2=0,95 \quad (15)$$

$$Rd_{\text{лпд}} = -2E - 09 \times A^4 + 3E - 07 \times A^3 - 6E - 0,6 \times A^2 - 0,0025 \times A + 0,8396 \quad R^2=0,91 \quad (16)$$

$$Rd_{\text{клг}} = -2E - 09 \times A^4 + 3E - 07 \times A^3 - 6E - 0,6 \times A^2 - 0,0025 \times A + 0,8396 \quad R^2=0,79 \quad (17)$$

$$Rh_{\text{дз}} = -6E - 09 \times A^4 + 2E - 06 \times A^3 - 0,0002 \times A^2 + 0,0105 \times A + 0,5153 \quad R^2=0,86 \quad (18)$$

$$Rh_{\text{яз}} = 4E - 07 \times A^3 - 0,0001 \times A^2 + 0,0096 \times A + 0,5047 \quad R^2=0,98 \quad (19)$$

$$Rh_{\text{лпд}} = -5E - 07 \times A^3 + 0,0001 \times A^2 - 0,0099 \times A + 1,0331 \quad R^2=0,96 \quad (20)$$

$$Rh_{\text{клг}} = 1E - 08 \times A^4 - 4E - 06 \times A^3 + 0,0005 \times A^2 - 0,023 \times A + 1,202 \quad R^2=0,88 \quad (21)$$

Інші показники для насаджень основної частини і частини, що вибирається, визначали за загальноприйнятими формулами в лісовій таксації (Hrom, 2010). Побудовані моделі та встановлені математичні залежності (1–21) достатньо точно характеризують хід росту модальних і високопродуктивних дубових насаджень штучного походження. Ці моделі використано для складання таблиць ходу росту дубових насаджень штучного походження, що ростуть в умовах свіжої кленово-липової діброви в межах Лівобережного Лісостепу (табл. 2 і 3). Розроблені ТХР модальних насаджень дають змогу об'єктивно оцінювати сучасний стан

дубових насаджень, прогнозувати їхні зміни та планувати певні лісівничі заходи під час ведення лісового господарства.

Таблиці ходу росту високопродуктивних дубових насаджень регіону доцільно використовувати за основу під час обґрунтування режимів вирощування насаджень. Розроблені таблиці ходу росту високопродуктивних дубових насаджень дозволили встановити кількісну оцінку лісорослинних умов, виявити резерви підвищення їх продуктивності та ефективність господарської діяльності підприємств у межах Лівобережного Лісостепу.

Одним із найважливіших елементів у системі

ведення лісового господарства є визначення віку стиглості насаджень. Під час визначення нормативів віків стиглості необхідно обов'язково враховувати функціональне призначення лісів, використовуючи при цьому і дані ТХР. Вік стиглості залежить від породного складу насаджень, типів лісорослинних умов, походження, класу бонітету, режиму ведення лісового господарства тощо (Tkach et al., 2009).

За співвідношенням середніх і поточних змін запасу, наведених у таблицях ходу росту, встановлено вік кількісної стиглості модальних і

високопродуктивних насаджень. Вік кількісної стиглості для модальних дубових насаджень II класу бонітету (рис. 2а) становить 48 років і є вищим, ніж для високопродуктивних насаджень (43 роки), що ростуть за I класом бонітету (рис. 2б). Отже, вік кількісної стиглості раніше настає у насаджень вищих класів бонітету у порівнянні із насадженнями нижчих класів бонітету.

Найбільшу поточну зміну запасу модальних дубових насаджень відмічено у віці 25–35 років, а високопродуктивних – у віці 20–35 років.

Таблиця 2. Фрагмент ТХР модальних дубових насаджень штучного походження (II клас бонітету, $H_{100}^{Б43} = 25,7$ м)

А, років	Таксаційні показники насадження								
	Склад, %	Н, м	D, см	N, шт.га ⁻¹	G, м ² га ⁻¹	F	M, м ³ га ⁻¹	Зміна запасу (Z), м ³ га ⁻¹	
								середня	поточна
20	53Дз	9,1	9,2	1182	7,8	0,565	40	2,0	3,2
	27КЛг	6,1	7,9	606	4,0	0,635	15	0,8	1,0
	12Яз	8,5	9,4	273	1,8	0,576	9	0,5	0,8
	8Лпд	6,2	7,8	182	1,2	0,632	5	0,3	0,6
Разом		—	—	2243	14,8	—	69	3,6	5,6
40	58Дз	16,2	17,7	569	14	0,502	114	2,9	3,4
	18КЛг	11,8	14,0	179	4,3	0,534	27	0,7	0,2
	12Яз	15,4	18,0	118	2,9	0,507	23	0,6	0,8
	12Лпд	12,1	14,3	118	2,9	0,531	19	0,5	1,0
Разом		—	—	984	24,1	—	183	4,7	5,4
60	68Дз	20,9	23,6	427	18,6	0,486	189	3,2	3,2
	8КЛг	16,5	18,7	50	2,2	0,502	18	0,3	-0,6
	13Яз	20,2	23,3	80	3,5	0,487	34	0,6	0,2
	11Лпд	17,0	19,6	69	3,0	0,498	25	0,4	0,4
Разом		—	—	626	27,3	—	266	4,5	3,2
80	77Дз	23,8	27,3	368	21,5	0,477	244	3,1	2,6
	2КЛг	20,0	24,1	10	0,6	0,488	6	0,1	-0,8
	14Яз	23,3	27,8	67	3,9	0,479	44	0,6	0,4
	7Лпд	20,9	24,6	33	1,9	0,486	19	0,2	-0,4
Разом		—	—	478	27,9	—	313	4,0	1,8
100	81Дз	25,7	29,6	328	22,4	0,474	273	2,7	0,8
	1КЛг	23,1	28,5	4	0,3	0,480	3	—	—
	16Яз	25,5	31,9	64	4,4	0,475	53	0,5	0,2
	2Лпд	24,0	29,9	9	0,7	0,478	9	0,1	—
Разом		—	—	405	27,8	—	338	3,3	1,0
120	80Дз	26,8	31,0	302	22,1	0,473	280	2,3	—
	19Яз	26,7	33,5	62	5,1	0,472	64	0,5	0,6
	1Лпд	26,4	36,2	1	0,3	0,473	4	—	—
Разом		—	—	365	27,5	—	348	2,8	0,6

Закінчення таблиці 2

А, років	Частина насаджень, що вибирається					Загальна продуктивність, м ³ ·га ⁻¹	Загальний приріст, м ³ ·га ⁻¹ ·рік ⁻¹	
	N, шт.·га ⁻¹	H, м	D, см	M, м ³ ·га ⁻¹	ΣM, м ³ ·га ⁻¹		середній	поточний
20	2151	5,8	5,2	8	8	48	2,4	2,4
	1394	5,5	6,6	9	9	24	1,2	1,2
	394	5,6	6,0	2	2	11	0,6	0,6
	32	5,5	6,2	—	—	5	0,3	0,3
Разом	3971	—	—	19	19	88	4,4	4,4
40	613	11,4	11,0	18	26	140	3,5	4,6
	427	9,7	10,7	12	21	48	1,2	1,2
	155	11,4	12,7	6	8	31	0,8	1,0
	64	9,7	10,7	2	2	21	0,5	0,8
Разом	1259	—	—	38	57	240	6,0	7,6
60	142	15,2	15,5	16	42	231	3,9	4,6
	129	13,4	13,8	10	31	49	0,8	0,1
	38	15,8	16,9	5	13	47	0,8	0,8
	49	13,2	14,2	4	6	31	0,5	0,5
Разом	358	—	—	35	92	358	6,0	5,9
80	59	17,9	18,5	11	53	297	3,7	3,3
	40	16,4	17,8	6	37	43	0,5	-0,3
	13	18,6	20,2	3	16	60	0,8	0,7
	36	16,2	17,5	5	11	30	0,4	-0,1
Разом	148	—	—	25	117	430	5,4	3,6
100	40	19,8	20,8	11	64	337	3,4	2,0
	6	18,3	21,2	1	38	41	0,4	-0,1
	3	20,6	23,3	0	16	69	0,7	0,5
	24	18,4	21,3	6	17	26	0,3	-0,2
Разом	73	—	—	18	135	473	4,7	2,2
120	26	20,9	22,1	10	74	354	3,0	0,9
	2	21,3	24,4	—	16	80	0,7	0,6
	8	22,3	27,3	4	21	25	0,2	-0,1
Разом	40	—	—	14	149	497	4,1	1,2

Таблиця 3. Фрагмент ТХР високопродуктивних дубових насаджень штучного походження (І клас бонітету, $H_{100}^{БАЗ} = 28,1$ м)

А, років	Таксаційні показники насадження						Зміна запасу (Z), м ³ ·га ⁻¹ ·рік ⁻¹	
	H, м	D, см	N, шт.·га ⁻¹	G, м ² ·га ⁻¹	F	M, м ³ ·га ⁻¹	середня	поточна
10	6,2	6,0	3536	9,9	0,643	39	3,9	—
20	11,6	12,0	1655	18,7	0,533	116	5,8	7,7
30	15,9	17,2	1060	24,6	0,501	196	6,5	8,0
40	19,2	21,5	780	28,3	0,490	266	6,7	7,0
50	21,8	25,0	621	30,5	0,484	322	6,4	5,6
60	23,8	27,9	516	31,5	0,480	360	6,0	3,8
70	25,4	30,2	446	31,9	0,475	385	5,5	2,5
80	26,5	31,9	401	32,0	0,473	401	5,0	1,6
90	27,4	33,4	364	31,9	0,471	412	4,6	1,1
100	28,1	34,6	336	31,6	0,469	416	4,2	0,4
110	28,7	35,8	311	31,3	0,467	420	3,8	0,4
120	29,1	36,9	288	30,8	0,470	421	3,5	0,1

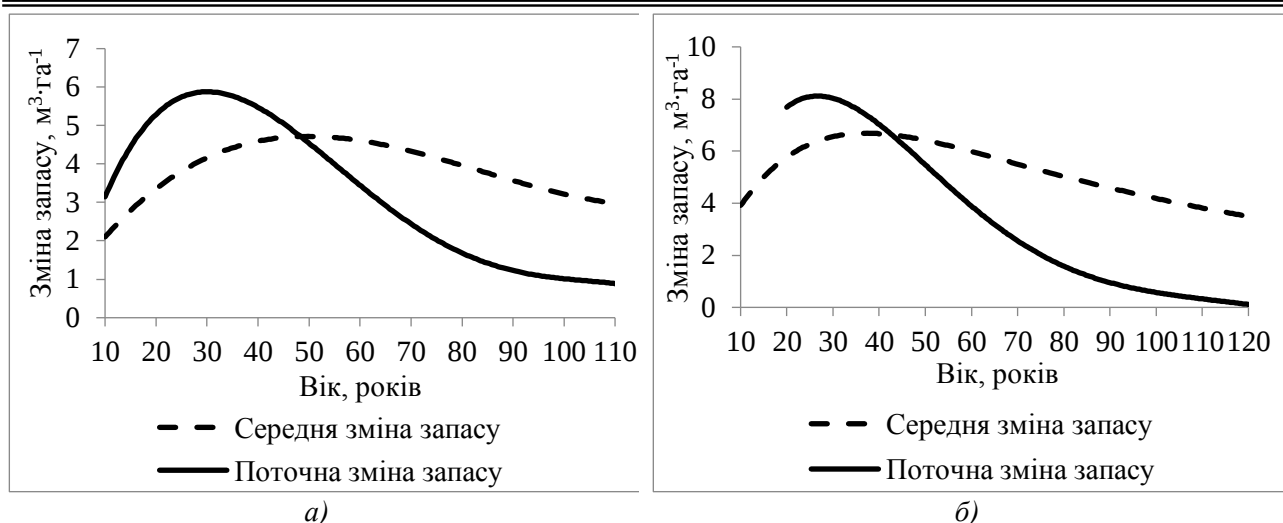


Рис. 2. Динаміка середньої та поточної зміни запасу модальних (а) та високопродуктивних (б) дубових насаджень Лівобережного Лісостепу

Для вирішення питань, пов'язаних із поліпшенням кількісної та якісної структури лісів, а також ефективності ведення господарства в них, дуже важливим є визначення показників використання лісорослинного потенціалу (ВЛП) насадженнями. Кількісне оцінювання показників ВЛП проведено на основі даних із розроблених ТХР модальних і високопродуктивних дубових насаджень, що ростуть в умовах свіжої кленово-липової діброви.

Результати проведених досліджень свідчать, що показник ВЛП дубовими насадженнями є достатньо високим і становить у середньому 75 % (рис. 3). В межах усієї країни лісорослинний потенціал лісових земель насадженнями використовується на 50–75 % (Tkach et al., 2018). Резерв підвищення загальної продуктивності дубових насаджень для умов свіжої кленово-липової діброви Лівобережного Лісостепу України сягає близько 5,7 млн м³.

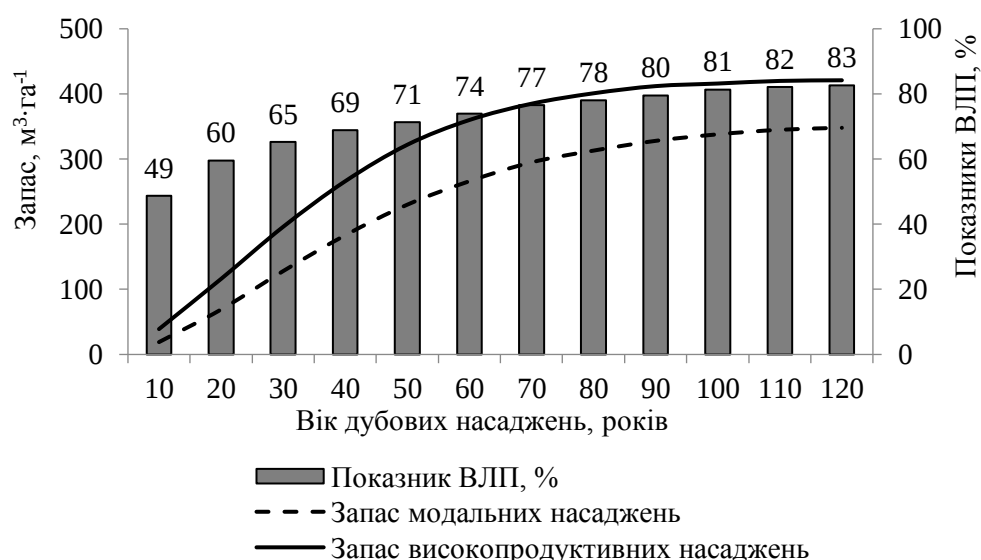


Рис. 3. Динаміка продуктивності модальних і високопродуктивних дубових насаджень штучного походження в умовах свіжої кленово-липової діброви та використання ними лісорослинного потенціалу

Зі збільшенням віку дубових насаджень збільшуються й показники ВЛП – із 49 % (насадження віком 10 років) до 83 % (насадження віком 120 років). Така закономірність пов'язана із

проведенням відповідних лісгосподарських заходів (рубок догляду та вибірково-санітарних рубок). Так як у молодняках рубки догляду проводяться більшої інтенсивності та з меншим

періодом повторюваності, ніж у насадженнях більш старшого віку, то саме в насадженнях цієї вікової групи зосереджена значна частка ділянок, де запас насаджень є значно нижчим, ніж у високопродуктивних (високоповнотних) насаджень.

Для підвищення ступеня ВЛП необхідно збільшувати загальну продуктивність модальних дубових насаджень за рахунок покращення їх вікової структури, породного складу, зменшення площ, зайнятих низькоповнотними насадженнями, своєчасного проведення рубок догляду та рубок, пов'язаних із реконструкцією малоцінних лісів і похідних деревостанів, сприяння процесу природного відновлення лісів тощо.

Висновки

1. Розроблені регіональні таблиці об'єктивно характеризують хід росту модальних і високопродуктивних дубових насаджень штучного походження в межах Лівобережного Лісостепу України. Їх доцільно застосовувати під час обліку, оцінювання стану та прогнозуванні росту й розвитку дубових насаджень, а також при проектуванні та проведенні відповідних лісогосподарських заходів у них.

2. Досліджувані модальні дубові насадження штучного походження ростуть переважно за II класом бонітету та відзначаються достатньо високою продуктивністю, що підтверджується абсолютним значенням їх запасу на одиниці площі, яке у віці 100 років становить майже $340 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$. Високопродуктивні дубові насадження ростуть переважно за I класом бонітету, а їх запас у віці 100 років становить $416 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$.

3. Середньозважений показник використання лісорослинного потенціалу модальними штучними дубовими насадженнями становить 75 %, а загальний резерв підвищення їх продуктивності в умовах свіжої кленово-липової діброви Лівобережного Лісостепу сягає майже $5,7 \text{ млн м}^3$.

References

Bala, O. P. (2004). Modeliuvannia dynamiky taksatsiinykh pokaznykiv shtuchnykh modalnykh dubovykh derevostaniv Lisostepu Ukrainy [Modeling of the dynamic of stand indicators of artificial modal oak stands of the Forest-Steppe of Ukraine]. *Naukovyi visnyk NAU*, 71, 155–162 [in Ukrainian].

Buhaiov, S. M., Pasternak, V. P., & Bila, Yu. M. (2019). Tablytsi khodu rostu modalnykh vilkhovykh

derevostaniv Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Growing tables of modal alder stands of vegetative origin of Ukrainian Left-Bank Forest-Steppe]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, 29 (3), 13–17. doi: <https://doi.org/10.15421/40290302> [in Ukrainian].

Hrom, M. M. (2010). Lisova taksatsiia [Forest Mensuration]. Lviv : RVV NLTU [in Ukrainian].

Kobets, O. V. (2015). Khid rostu modalnykh dubovykh derevostaniv Velykoanadolskoho lisovoho masyvu ta vykorystannia nymy lisoroslynnoho potentsialu [Growth course of modal oak stands of the Velykoanadolsky forest area and using the forest growth potential]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, 25 (10), 54–60. <https://doi.org/10.15421/40251007> [in Ukrainian].

Lakyda, P. I., Lashchenko, A. H. & Lashchenko, M. M. (2006). Biologichna produktyvnist dubovykh derevostaniv Podillia [Biological productivity of oak stands in Podillia]. Kyiv : NNTs IAE [in Ukrainian].

Lakyda, P. I., Bilous, A. M., Vasylyshyn, R. D., Terentyev, A. Yu. & Atamanchuk, R. V. (2011). Khid rostu chystykh modalnykh derevostaniv miahkolystianykh porid Polissia Ukrainy [Growth of pure modal stands of softwood broadleaved species in Ukrainian Polissya]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*, 1 (23), 159–164 [in Ukrainian].

Lapach, S. N., Chubenko, A. V. & Babych, P. N. (2001). Statisticheskie metody v mediko-biologicheskikh issledovaniakh s ispolzovaniem Excel [Statistical methods in biomedical research using Excel]. Kiyev : Morion [in Russian].

Matusiak, M. V. (2019). Vykorystannia typologichnoho potentsialu osnovnykh lisotvirnykh porid v umovakh Podillia [The use of typological potential of major scales in Podillia region]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, 29 (2), 20–22. doi: <https://doi.org/10.15421/40290203> [in Ukrainian].

Stochynskii, A. A. & Kashpor, S. M. (Eds.). (2010). Normatyvno-informatsiyni dovidnyk z lisovoi taksatsii [Normative information guide on forest taxation]. Kyiv : Nauka [in Ukrainian].

Tkach, V. P. (1999). Zaplavni lisy Ukrainy [The Floodplain forests of Ukraine]. Kharkiv : Pravo [in Ukrainian].

Tkach, V. P., Rohovyi, V. I. & Pasternak, V. P. (2009). Modeliuvannia khodu rostu bukovykh derevostaniv Krymu [Simulation of the growth of beech trees in the Crimea]. *Lisivnytstvo i ahrolisomeliioratsiia*, 115, 80–89 [in Ukrainian].

Tkach, V. P., Holovach, R. V. & Vedmid, M. M. (2013). Khid rostu poroslevykh dubovykh derevostaniv Livoberezhnoho Lisostepu [Growth

course of vegetative oak forest of Left-bank Forest-steppe]. *Lisivnytstvo ta ahrolisomelioratsiia*, 122, 47–55 [in Ukrainian].

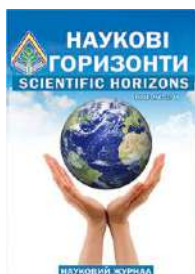
Tkach, V. P., Kobets, O. V. & Rumiantsev, M. H. (2018). Vykorystannia lisoroslynnoho potentsialu lisamy Ukrainy [Use of forest site capacity by forests of Ukraine]. *Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiia*, 132, 3–12. doi: <https://doi.org/10.33220/1026-3365.132.2018.3> [in Ukrainian].

Shvidenko, A. S. (Ed.). (1987). Normativno-spravochnye materialy dlia taksatsii lesov Ukrainy i Moldavii [Normative and reference materials for forest inventory of Ukraine and Moldova]. Kyiv : Urozhai [in Russian].

Vysotska, Yu. N., & Kobets, O. V. (2019a).

Osoblyvosti rostu ta formuvannia pryrodnykh poroslevykh derevostaniv osyky yevropeiskoi (*Populus tremula* L.) [Specificities of growth and formation of the European Aspen (*Populus tremula* L.) natural coppice stands]. *Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiia*, 134, 3–12. doi: <https://doi.org/10.33220/1026-3365.134.2019.3> [in Ukrainian].

Vysotska, Yu N., & Kobets, O. V. (2019b). Osoblyvosti rostu ta formuvannia shtuchnykh nasadzhen topoli chornoi (*Populus nigra* L.) [Features of growth and formation artificial stands of the Black Poplar (*Populus nigra* L.)]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, 29 (1), 20–23. doi: <https://doi.org/10.15421/40290103> [in Ukrainian].



UDC 631.434

IMPACT OF FERTILIZER SYSTEMS IN FIELD CROP ROTATION ON STRUCTURAL STATE AND WATER-PHYSICAL PROPERTIES OF CHORNOZEM PODZOLIZED

M. Nedvyha, I. Prokopchuk, S. Prokopchuk

Article info

Received

05.02.2020

Accepted

11.03.2020

Uman National
University of
Horticulture
1, Institut'ska Str.,
Uman,
20305, Ukraine

E-mail:
pivotbi@ukr.net

Nedvyha, M., Prokopchuk, I., Prokopchuk, S. (2020). Impact of fertilizer systems in field crop rotation on structural state and water-physical properties of chernozem podzolized. Scientific Horizons, 03 (88), 116–120. doi: 10.33249/2663-2144-2020-88-3-116-120.

The results of a long-term study of different levels and systems of fertilizers under the conditions of a stationary field experiment, laid in 1964, in a field crop rotation on pea crops, influence of a single, double and triple doses of fertilizers on mineral, organic and organo-mineral fertilizer systems on the structural state, full and capillary water capacity of podzolized heavy-loamed chernozem at the beginning and the end of vegetation are presented in the article. It has been established that the structural state of the soil deteriorates at the beginning of vegetation period with the mineral fertilizer of the third level, the number of agronomically valuable aggregates in the soil layer of 10–20 cm decreased by almost 4 % compared to the control; this was mainly due to the increase in the share of macro- and microaggregates.

In variants of the organic fertilizer system, especially with high doses of its application (variant of 18 t/ha of manure) in the soil layer of 10–20 cm, the number of mesoaggregates increased by 5 % compared to the control. In a context of organo-mineral fertilizer system, the structural state of the podzolized chernozem was at the level of the variants of the organic fertilizer system. Studies have found that soil density increases primarily due to the rise in the share of clay fraction, and this is quite clearly appeared in the variants of the mineral fertilizer system, while under the organic and organo-mineral systems their share decreases. With a general decrease in soil water conductivity during the vegetation period, it was still higher than control in the variants of organic and organo-mineral fertilizer systems. Manure 13.5 t + $N_{67}P_{102}K_{54}$, where the triple amount of fertilizers of the organo-mineral fertilizer system was applied, was the best variant in terms of the pea productivity and its profitability among the fertilizer systems that were tested in the experiment.

Keywords: soil pedality coefficient, water capacity, profitability, soil density.

ВПЛИВ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ У ПОЛЬОВІЙ СІВОЗМІНІ НА СТРУКТУРНИЙ СТАН ТА ВОДНО-ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЧОРНОЗЕМУ ОПІДЗОЛЕНОГО

М. В. Недвига, І. В. Прокопчук, С. В. Прокопчук

Уманський національний університет садівництва
Інститутська 1, м. Умань, 20305, Україна

Наведено результати тривалого вивчення різних рівнів і систем удобрення в умовах стаціонарного польового дослідження, закладеного в 1964 р. у польовій сівозміні на посівах гороху впливу одинарної, подвійної та потрійної доз добрив за мінеральної, органічної та органо-мінеральної систем удобрення на структурний стан, повну і капілярну вологосмість чорнозему опідзоленого важкосуглинкового на початку і в кінці вегетації. Встановлено, що за мінеральної системи удобрення

третього рівня вже на початку вегетації погіршується структурний стан ґрунту, кількість агрономічно цінних агрегатів у шарі ґрунту 10–20 см зменшилася проти контролю майже на 4 %, відбулося це, головним чином, за рахунок збільшення частки макро- і мікроагрегатів.

У варіантах органічної системи удобрення, особливо з підвищеними дозами його внесення (варіант 18 т/га гною), у шарі ґрунту 10–20 см кількість мезоагрегатів зросла на 5 % у порівнянні до контролю. За орґано-мінеральної системи удобрення структурний стан чорнозему опідзоленого був на рівні варіантів органічної системи удобрення. Дослідженнями було встановлено, що щільність ґрунту зростає, у першу чергу, завдяки збільшенню частки глинистої фракції, і це досить чітко проявляється у варіантах мінеральної системи удобрення, в той час як за органічної та орґано-мінеральної систем їх частка зменшується. За органічної і орґано-мінеральної систем удобрення водопровідність ґрунту за вегетаційний період була вищою порівняно з контролем. За рівнем урожайності гороху і рівнем його рентабельності серед систем удобрення, що вивчалися у досліді кращим варіантом виявився Гній 13,5 т + $N_{67}P_{102}K_{54}$, де застосовували потрібну норму добрив орґано-мінеральної системи удобрення.

Ключові слова: коефіцієнт структурності, вологосмність, рентабельність, щільність ґрунту.

Вступ

Питання підвищення родючості ґрунту через покращення його агрофізичних і водних властивостей та високоефективного використання добрив залишаються провідними в агрономічній науці і практиці. Тому вивчення впливу систем удобрення на структурний стан, вологосмність та родючість ґрунту залишається актуальним.

Завданням наших досліджень є підбір системи удобрення і норм добрив, що формують оптимальні показники агрофізичного стану та високоефективне їх використання.

Щодо впливу добрив на структурний стан ґрунту, то є різні міркування. Відносно позитивної дії органічних добрив на структуру сумніву немає. Що ж стосується дії мінеральних туків на формування структурних агрегатів, то є різні, часто суперечливі, думки. За даними (Gnivenko, 1970; Efimtseva, 1974; Tsyuk et al., 2018), при застосуванні фізіологічно кислих мінеральних добрив структурно агрегатний стан ґрунтів погіршується. Поряд з цим, у публікаціях (Nazarova et al., 1975; Godunov & Pogudin, 1976; Gavrishko et al., 2019) стверджується про відсутність якихось змін у структурному стані ґрунту навіть при внесенні високих норм мінеральних добрив. Мінеральні туки підвищують врожайність сільськогосподарських культур, збільшуючи при цьому нагромадження органічних решток, які при гуміфікації стримують погіршення ґрунтової структури (Hallett, 2013; Naveed et al., 2014). Дослідження щодо впливу добрив на поліпшення поживного режиму ґрунту проводили і вітчизняні вчені (Medvedev, 2017; Nataiunova et al., 2019).

Проте в літературі немає даних багаторічного

вивчення структурного стану чорнозему опідзоленого при застосуванні різних норм добрив за органічної, мінеральної та орґано-мінеральної систем удобрення, що й спричинило наші дослідження.

Матеріали та методи

Протягом 2015–2019 років у стаціонарному польовому досліді кафедри агрохімії і ґрунтознавства Уманського НУС (свідоцтво державної реєстрації НААН № 88) вивчали вплив різних систем удобрення сільськогосподарських культур у польовій сівозміні на агрофізичні показники та водно-фізичні властивості чорнозему опідзоленого важкосуглинкового на карбонатному лесі. Основою досліді є 10-пільна польова сівозміна (конюшина лучна, пшениця озима, буряк цукровий, кукурудза на зерно, горох, пшениця озима, кукурудза на силос, пшениця озима, буряк цукровий, ячмінь ярий + конюшини) розгорнута в часі та просторі і реалізується на різних фонах удобрення. Перед закладкою досліді шар ґрунту 0–20 см характеризувався такими показниками: вміст гумусу за методом Тюріна – 3,31 %; рН сольової суспензії 6,2; гідролітична кислотність – 2,5 моль/кг, азоту легкогідролізованих сполук (за методом Тюріна – Конової) – 48 мг/кг, рухомих фосфатів (за методом Труога) – 150, обмінного калію (за методом Бровкіної) – 90 мг/кг. В досліді використовували такі добрива: напівперепрілий підстилковий гній ВРХ, аміачну селітру, суперфосфат гранульований, калій хлористий. Для вирішення поставленої мети і завдань були відібрані ґрунтові зразки згідно зі схемою досліді у двох несуміжних повторностях пошарово через кожні 10 см у п'ятиразовій повторності на кожній ділянці досліді, загальна площа якої становила

180 м², облікова площа, при цьому, становить 100 м².

Добрива вносяться на трьох рівнях: у мінеральній системі одинарна норма добрив складає $N_{45}P_{45}K_{45}$, в органічній – 9 т/га гною, в органо-мінеральній – 4,5 т/га гною + $N_{22}P_{34}K_{18}$. Дослідження структурного стану та вологостійкості ґрунту проводилися на посівах гороху, який висівався у сівозміні після кукурудзи і безпосередньо під нього вносилося $N_{10}P_{10}K_{10}$. Розмір ділянок 120 м², повторність триразова. Зразки ґрунту відбиралися на початку і в кінці вегетації гороху через кожні 10 см до глибини 40 см.

Структурний склад ґрунту визначався за методом сухого просіювання у модифікації Н. І. Савінова, коефіцієнт структурності – розрахунковим способом як відношення агрономічно-цінних агрегатів розміром 10–0,25 мм та суми

агрегатів > 10 мм і $< 0,25$ мм, повну та капілярну вологостійкість за методом насичення ґрунту з непо-рушеною будовою у модифікації (Dolgov, 1948).

Результати досліджень

Подаємо результати досліджень структури чорнозему опідзоленого за мінеральної, органічної та органо-мінеральної систем удобрення на початку та в кінці вегетації гороху. Структурний стан ґрунту приводимо у вигляді коефіцієнта структурності.

На початку вегетації гороху мінеральні добрива суттєво знизили коефіцієнт структурності за потрійної дози добрив як з поверхні ґрунту, так, і пошарово до 40 см (табл. 1). За одинарної норми добрив цей показник залишається на рівні контролю.

Таблиця 1. Коефіцієнт структурності чорнозему опідзоленого на посіві гороху

Шар ґрунту, см	Варіант досліджу						
	без добрив	$N_{45}P_{45}K_{45}$	$N_{135}P_{135}K_{135}$	гній 9 т	гній 18 т	гній 4,5 т + $N_{22}P_{34}K_{18}$	гній 13,5 т + $N_{67}P_{102}K_{54}$
на початку вегетації							
0–10	3,4	3,6	2,8	3,7	5,0	3,6	4,6
10–20	2,6	2,7	2,2	2,8	3,4	2,7	3,5
20–30	2,2	2,3	1,9	2,4	3,0	2,3	3,0
30–40	4,5	4,4	3,6	5,1	6,1	5,0	6,6
в кінці вегетації							
0–10	2,4	3,1	2,1	3,7	5,0	3,0	4,6
10–20	2,9	3,0	2,3	3,8	4,8	3,3	5,2
20–30	1,9	2,0	1,6	3,0	4,2	2,3	4,1
30–40	4,1	4,1	3,2	4,4	5,1	4,1	5,6

За органічної системи удобрення помітно підвищується рівень структурності у шарі ґрунту 0–10 см на 1,6 пунктів, і, відповідно, на 0,8 в шарі 10–20 і 20–30 см. Тривале систематичне застосування підвищених доз гною зумовило зростання коефіцієнта структурності на 1,6 пункта або на 13,5 % навіть на глибині 30–40 см. Внесення 9 т/га гною виявилось менш відчутним у поліпшенні структурного стану ґрунту.

За органо-мінеральної системи, як і за органічної, найбільший позитивний вплив на структуру ґрунту мав варіант з потрійною дозою добрив.

За період вегетації гороху коефіцієнт структурності за мінеральної системи удобрення помітно знизився як у верхньому, так і в нижчих шарах ґрунту, проте помічена тенденція впливу систем і доз внесення добрив на структурний стан ґрунту на початку вегетації збереглися. За одинарної дози внесення мінеральних добрив у

верхньому 0–10 см шарі ґрунту спостерігається підвищення коефіцієнта структурності до 3,6, а в шарах ґрунту 0–10, 20–30 і 30–40 залишається на рівні контролю. У варіанті досліджу з потрійною дозою внесення мінеральних добрив коефіцієнт структурності знизився від 0,6 у шарі ґрунту 0–10 до 0,9 одиниць у шарі ґрунту 30–40 см.

За третього рівня органічної системи за вегетаційний період рівень структурності верхніх шарів ґрунту не змінився, а на глибині 20–30 см в межах підорної підшви навіть підвищився на 1,2, і на 1,0 пункт на глибині 30–40 см.

Що ж до органо-мінеральної системи удобрення, то, за одинарної дози добрив, простежується зниження коефіцієнта структурності за період вегетації гороху подібно до одинарної дози мінеральних добрив, а за потрійної – помітно переважаючий позитивний вплив гною на рівні 18 т/га органічної системи удобрення.

Від структурного стану ґрунту суттєво залежать його водно-фізичні властивості, зокрема вологоємність (Gordienko, 2008). На вплив систем удобрення і структурного стану ґрунту на його вологоємність вказують й інші дослідники (Muha,

2004; Medvedev, 2008; Medvedev et al., 2018).

Приводимо показники повної і капілярної вологоємності чорнозему опідзоленого залежно від систем удобрення на початку та в кінці вегетації гороху (табл. 2).

Таблиця 2. Повна вологоємність чорнозему опідзоленого на посіві гороху, %

Шар ґрунту, см	Варіант досліджу						
	без добрив	$N_{45}P_{45}K_{45}$	$N_{135}P_{135}K_{135}$	гній 9 т	гній 18 т	гній 4,5 т + $N_{22}P_{34}K_{18}$	гній 13,5 т + $N_{67}P_{102}K_{54}$
на початку вегетації							
0–10	48,9	49,7	45,5	50,2	53,7	48,8	51,8
10–20	41,1	40,1	38,8	47,0	50,8	43,9	48,5
20–30	38,9	38,1	36,4	44,9	49,1	44,0	48,5
30–40	44,1	44,1	42,5	47,2	51,0	46,8	50,9
в кінці вегетації							
0–10	40,3	40,4	36,9	42,2	45,9	40,7	43,4
10–20	33,3	31,9	30,6	38,8	42,4	34,3	38,7
20–30	31,3	30,5	28,8	36,7	40,6	34,9	39,2
30–40	35,7	35,5	33,9	38,6	41,6	38,1	41,2

На початку вегетаційного періоду рівень повної вологоємності за мінеральної системи удобрення при одинарній нормі добрив перебуває на рівні контролю. За потрійної норми їх застосування відбувається зниження цього показника у всіх шарах ґрунту. Тут проявляється вплив погіршення структурного стану ґрунту.

У варіантах органічної системи удобрення спостерігається зростання повної вологоємності чорнозему опідзоленого і воно на пряму залежить від норми гною. Так, у шарі ґрунту 0–10 см на 4,6 %, в той час як у шарі 10–20 см – до 12 %, а в

шарі 20–30 см – 12,7 %.

За органо-мінеральної системи удобрення показник повної вологоємності знизився порівняно з потрійною дозою гною, проте цей варіант виявився кращим по всіх досліджуваних шарах ґрунту він був на рівні 48,54–51,8 %.

За вегетаційний період як і рівень структурності повна вологоємність знизилася як на контролі, так і на всіх варіантах з добривами, проте співвідношення між контролем і варіантами з добривами збереглися (табл. 3).

Таблиця 3. Капілярна вологоємність чорнозему опідзоленого на посіві гороху, %

Шар ґрунту, см	Варіант досліджу						
	без добрив	$N_{45}P_{45}K_{45}$	$N_{135}P_{135}K_{135}$	гній 9 т	гній 18 т	гній 4,5 т + $N_{22}P_{34}K_{18}$	гній 13,5 т + $N_{67}P_{102}K_{54}$
на початку вегетації							
0–10	36,9	37,2	34,1	37,7	41,0	36,0	38,6
10–20	35,4	34,7	32,4	36,3	39,4	34,1	36,5
20–30	33,2	32,5	29,0	34,3	37,6	32,2	35,0
30–40	36,8	36,4	33,3	35,9	40,1	33,7	39,1
в кінці вегетації							
0–10	28,5	27,9	25,1	29,8	33,2	27,7	31,0
10–20	26,5	26,0	23,8	28,7	32,2	26,0	29,2
20–30	24,5	23,8	20,6	26,3	29,9	23,8	27,1
30–40	28,2	27,4	24,5	27,9	32,6	25,3	31,7

За одинарної дози добрив мінеральної системи капілярна вологоємність залишилася на рівні варіанту без добрив, в той час як у варіанті з потрійною дозою – на 2,8–4,2 % знизилась. Як і

коефіцієнт структурності, найвищий рівень капілярної вологоємності в кінці вегетації гороху залишився у варіанті гній 18 т/га, а також у варіанті потрійної дози органо-мінеральної

системи.

Одержані результати засвідчують, що як повна, так і капілярна вологоємність чорнозему опідзоленого залежить від системи та дози внесення добрив і також структурного стану ґрунту, який цими добривами зумовлюється.

Висновки

1. Мінеральні добрива з високими дозами застосування (варіант $N_{135}P_{135}K_{135}$) знижують коефіцієнт структурності, повну і капілярну вологоємність.

2. За умови використання органічної системи удобрення покращується структурність ґрунту і, відповідно, забезпечується високий рівень капілярної вологоємності.

3. Використання орґано-мінеральної системи удобрення сприяє позитивному впливу на структурний стан ґрунту та його вологоємність, при цьому, найкращим є варіант, де вносили гній у нормі 13,5 т та $N_{67}P_{102}K_{54}$.

References

Dolgov, S. I. (1948). Issledovaniye podvizhnosti pochvennoy vlagi i yeye dostupnost dlya rasteniy [Investigation of the mobility of soil moisture and its availability for growth]. Moskva : AN SSSR [in Russian].

Efimtseva, M. I. (1974). Izmeneniya agrofizicheskikh svoystv chornozema obyknovennogo pri dlitel'nom primenenii udobreniy [Changes in the agrophysical properties of ordinary black soil with prolonged application of fertilizers]. *Trudy Kharkovskogo SKhI*, 196, 64–67 [in Russian].

Godunov, I. & Pogudin, G. (1976). Vliyaniye razlichnikh vidov udobreniy na fizicheskiye svoystva pochvy. [Influence of various types of fertilizers on the physical properties of the soil]. *Zemledeliye i melioratsiya*, 11(1), 49–54 [in Russian].

Hallett, P., Mooney, S. & Whalley, R. (2013). Soil physics: New approaches and emerging challenges. *European Journal of Soil Science*, 64 (3), 277–278. doi: <https://doi.org/10.1111/ejss.12053>.

Hamaiunova, V. V., Dvoret'skiy, V. F., Kasatkina, T. O. & Hlushko, T. V. (2019). Formuvannya pozhyvnoho rezhymu chornozemu pivdennoho pid vplyvom mineralnykh dobryv za vyroshchuvannya yarykh zernovykh kultur [The formation of the nutrient regime of the southern black soil under the influence of mineral fertilizers for cultivation of spring grain crops]. *Scientific Horizons*, 1 (74), 25–32. doi: [10.332491/2663-2144-2019-74-1-](https://doi.org/10.332491/2663-2144-2019-74-1-18-24)

18-24 [in Ukrainian].

Havryshko, O. S., Olifir, Yu. M. & Partyka, T. V. (2019). Strukturno-ahrehatnyi stan yasno-siroho lisovoho poverkhnevo ohleienoho ґрунту za tryvaloho ahrohennoho vplyvu v Zakhidnomu Lisostepu [Structural and aggregate state of light gray forested surface soil with long-term agrogenic impact in the Western Forest-Steppe]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*, 65, 36–46. doi: [https://www.doi.org/10.32636/01308521.2019-\(65\)-4](https://www.doi.org/10.32636/01308521.2019-(65)-4) [in Ukrainian].

Hnivenko, M. V. (1970). Vplyv tryvaloho zastosuvannya dobryv na strukturu zvychainoho chornozemu [Influence of prolonged use of fertilizers on the structure of ordinary black soil]. *Visnyk silskohospodarskoi nauky*, 7, 39–43 [in Ukrainian].

Hordiienko, V. P. (2008). Hruntova voloha [Soil moisture]. Simferopol : Fenyks [in Ukrainian].

Medvedev, V. V. (2008). Struktura pochvy [Soil structure]. Kharkov : 13 tipografiya [in Ukrainian].

Medvediev, V. V. (2017). Novitni vlastyivosti antropohenno zminenykh hruntiv. Stsenarii antropohennoi evoliutsii hruntovoho pokryvu [The newest properties of anthropogenically modified soils. The scenario of anthropogenic soil cover evolution]. Kharkiv : Brovin O. V. [in Ukrainian].

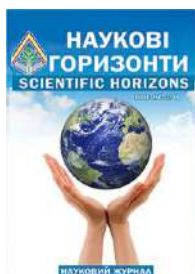
Medvediev, V. V., Bulyhin, S. Yu. & Vitvitskiy, S. V. (2018). Fizyka ґрунту [Soil Physics]. Kyiv : Vydavnychiy tsentr NUBiP Ukrainy [in Ukrainian].

Mukha, V. D. (2004). Estestvenno-antropogennaya evolyutsiya pochv (obshchiye zakonomernosti i zonalnyye osobennosti) [Natural-anthropogenic evolution of soils (general laws and zonal features)]. Moskva : Kolos [in Russian].

Naveed, M., Moldrup P., Vogel H., Lamandé M., Wildenschild D., Tuller M. & Wollesen de Jonge, L. (2014). Impact of long-term fertilization practice on soil structure evolution. *Geoderma*, 217/218, 181–189. doi: [10.1016/j.geoderma.2013.12.001](https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2013.12.001).

Nazarova, D. I., Yurko, K. P. & Mukovoz, O. O. (1975). Ahrofizychni vlastyivosti chornozemiv rehradovanykh [Agrophysical properties of degraded black earths]. *Ahrokhimiia i ґruntoznavstvo*, 28, 90–95 [in Ukrainian].

Tsiuk, O. A., Tsentylo, L. V. & Melnyk, V. I. (2018). Strukturno-ahrehatnyi sklad hruntu zalezho vid osnovnoho obrobitku ta udobrennia [Structural and aggregate composition of soil depending on the basic tillage and fertilizer]. *Bioresursy i pryrodokorystuvannya*, 10 (5–6), 139–145. doi: [http://dx.doi.org/10.31548/bio2018.05.017](https://dx.doi.org/10.31548/bio2018.05.017) [in Ukrainian].



UDC 631.41.633.17.551.521

HEAVY METAL CONCENTRATION IN SOILS WHILE GROWING ENERGY CROPS IN THE RADIOACTIVELY CONTAMINATED TERRITORY

S. Kovalyova¹, I. Mozharivska²

Article info

Received

10.02.2020

Accepted

11.03.2020

¹ Zhytomyr
National
Agroecological
University
7, Staryi Blvd,
Zhytomyr,
10008, Ukraine

² Zhytomyr
branch of the
state institution
«Soil Protection
Institute of
Ukraine»
21A, Myru Av.,
Zhytomyr,
10020, Ukraine

E-mail:

[innamozharivska
@gmail.com](mailto:innamozharivska@gmail.com)

Kovalyova, S., Mozharivska, I. (2020). Heavy metal concentration in soils while growing energy crops in the radioactively contaminated territory. *Scientific Horizons*, 03 (88), 121–126. doi: 10.33249/2663-2144-2020-88-3-121-126.

Soil is a unique indispensable natural resource which is the solar energy storage, the basis of life for plants, animals and humans, as well as a natural indicator of environmental pollution. Contamination of soil with heavy metals is of global interest in modern science in connection with the increase of man-made impact on the environment. The danger of heavy metals is determined by the fact that, unlike organic pollutants, they are not destroyed, but transfer from one form to another, in particular, they are included in the salts, oxides, organometallic compounds.

The purpose of our study was to determine the content of mobile heavy metal compounds in soil while growing energy crops on the radioactively contaminated territory.

The findings of the study showed that the content of toxicants in soil under conditions of radioactive contamination was considerably below the MAC. Lead concentration in the studied sites of energy crops varied within 0.72–0.87 mg/kg. The greatest difference between the variants was found while cultivating cup plant and oriental bunias (10.9 and 11.8 %), and the smallest was observed while growing miscanthus and sorghum perennial (7.5 and 9.7 %, respectively). It was found out that the highest concentration of cadmium was observed in the soil when using mineral fertilizers ($N_{50}P_{50}K_{50}$); the content was at the level of 0.040–0.044 mg/kg. Chemical elements such as copper and zinc were in minimal quantities. The levels of copper availability varied from 0.078 to 0.091 mg/kg, and zinc from 1.83 to 2.45 mg/kg. It should be noted that the lowest concentration of heavy metals was observed while cultivating all energy crops without the use of fertilizers.

Prospects for further study will be aimed at establishing patterns of distribution of heavy metals in soil layers while cultivating energy crops.

Key words: perennial sida, cup plant, sorghum perennial, oriental bunias, giant miscanthus, lead, cadmium, copper, zinc.

КОНЦЕНТРАЦІЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ҐРУНТІ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР НА ТЕРИТОРІЇ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ

С. П. Ковальова¹, І. А. Можарівська²

¹Житомирський національний агроєкологічний університет
бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

²Житомирська філія державної установи «Інститут охорони ґрунтів України»
проспект Миру, 21 А, м. Житомир, 10020, Україна

Ґрунт – унікальний незамінний природний ресурс, накопичувач сонячної енергії, основа життя рослин, тварин і людини, а також природний індикатор забруднення навколишнього середовища.

Забруднення ґрунтів важкими металами викликає глобальний інтерес з боку сучасної науки у зв'язку з підвищенням техногенного впливу на навколишнє природне середовище. Небезпека від важких металів визначається тим, що на відміну від органічних забруднювачів вони не руйнуються, а переходять з однієї форми в іншу, зокрема включаються у склад солей, оксидів, металоорганічних сполук.

Метою наших досліджень було визначення вмісту рухомих сполук важких металів у ґрунті при вирощуванні енергетичних культур на території радіоактивного забруднення.

За результатами досліджень встановлено, що вміст токсикантів у ґрунті в умовах радіоактивного забруднення був значно нижче ГДК. Концентрація свинцю на досліджуваних ділянках енергетичних рослин варіювала у межах 0,72–0,87 мг/кг. Найбільшу різницю між варіантами встановлено при вирощуванні сільфії пронизанolistого та свербиги східної (10,9 та 11,8 %), а найменшу – міскантуса та сорго багаторічного (7,5 та 9,7 %, відповідно). Досліджено, що найбільша концентрація кадмію відмічена у ґрунті при застосуванні мінеральних добрив ($N_{50}P_{50}K_{50}$), вміст був на рівні 0,040–0,044 мг/кг. Хімічні елементи, такі як мідь та цинк, знаходилися в мінімальних кількостях. Рівні забезпеченості міддю варіювали від 0,078 до 0,091 мг/кг, а цинком – від 1,83 до 2,45 мг/кг. Відзначимо, що найнижчу концентрацію важких металів відмічено при вирощуванні усіх енергетичних культур у варіанті без застосування добрив.

Перспективи подальших досліджень будуть спрямовані на встановлення закономірностей розподілу важких металів у шарах ґрунту при вирощуванні енергетичних культур.

Ключові слова: сіда багаторічна, сільфій пронизанolistий, сорго багаторічне, свербига східна, міскантус-гігантус, свинець, кадмій, мідь, цинк.

Вступ

Ґрунт є незамінним компонентом біосфери, якому притаманна низка найважливіших екологічних функцій: родючість, енергетична, газо-атмосферна, гідрологічна та інші. Він виконує роль сполучної ланки всіх компонентів біосфери, а також функцію біогеохімічного бар'єру. Внаслідок прояву ґрунтами рефлекторності і сенсорності їх необхідно використовувати в якості об'єктивного інформаційного блоку при оцінці геохімічного стану всього біогеоценозу. Звідси випливає еколого-гігієнічна роль ґрунтів і ґрунтового покриву (Rusanov et al., 2002).

Однак, наслідки аварії на ЧАЕС призвели до забруднення радіонуклідами та важкими металами сільськогосподарських угідь дванадцяти областей України. Радіаційному контролю підлягають 50 тис. гектарів найродючіших земель (Vozianova et al., 2007).

На техногенно забруднених територіях вміст важких металів у ґрунті та продукції рослинництва є додатковим до радіоактивного негативним фактором, спільна дія яких наразі мало досліджена. Вивчення даної проблематики відображено у наукових працях С. М. Рижука, І. Т. Слюсара, В. А. Вергунова, А. М. Русанова, Е. В. Блохіна, Н. Н. Зеніна, Е. А. Милякова, А. Н. Ратніков, Т. Л. Жигарьова, Д. Г. Свириденко, Г. І. Попова тощо (Ryzhuk, et al., 2002; Rusanov et al., 2002; Ratnikov, et al., 2003).

Фоновий вміст важких металів у дерново-

підзолистих ґрунтах Житомирського Полісся за результатами 8 туру паспортизації становить: свинцю – 2,5–5,0 мг/кг, кадмію – 0,15–0,30 міді – 0,2–0,7 та цинку – 0,3–0,6 мг/кг, що у 2–5 разів нижче ГДК (Trembitskyi, 2004).

Поведінка важких металів у системі ґрунт-рослина визначається багатьма факторами, а саме: їх концентрацією і формою вмісту в ґрунті, вмістом гумусу, механічним і мінералогічним складом ґрунту, pH, рівнем окислювально-відновного потенціалу, біологічними особливостями рослин. Зважаючи на різноманіття чинників та їх поєднання в агросфері, накопичення важких металів у рослинах вивчені недостатньо (Ratnikov, et al., 2003).

Відзначимо, що період напіврозпаду і напівочищення ґрунту від радіонуклідів та важких металів складає десятки років. Тому нині першочерговим завданням багатьох вчених, безсумнівно, є пошук засобів та заходів для фітореабілітації ґрунтів (Vozianova et al., 2007; Slavov & Plotko, 2017; Skachok et al., 2019). Систематичне сільськогосподарське використання земельного фонду Житомирської області потребує наявного контролю за станом його родючості, ступенем еродованості, реакцією та сольовим режимом ґрунтового середовища, а також рівнем забруднення важкими металами, радіонуклідами, пестицидами.

Згідно з існуючими прогнозами, у перспективі важкі метали можуть стати більш небезпечними, ніж відходи атомних

електростанцій і поділити перше місце з пестицидами. За останні роки забруднення ними навколишнього середовища збільшилося у 2,5–3 рази, а у біохімічні цикли щорічно надходить 3×10^5 тонн свинцю, 2×10^3 тонн кадмію (Romanchuk, 2015).

Забруднення навколишнього середовища важкими металами створило серйозні проблеми для безпечного сільськогосподарського використання ґрунтів.

Тому метою наших досліджень було визначення вмісту рухомих сполук важких металів у ґрунті при вирощуванні енергетичних культур на території радіоактивного забруднення.

Матеріали та методи

Проведення досліджень щодо визначення вмісту рухомих сполук важких металів у ґрунті при вирощуванні енергетичних культур здійснювалося впродовж 2014–2016 рр. на дерново-підзолистих ґрунтах території

Мотіїківської сільської ради Народицького району (с. Христинівка) Житомирської області, яка відноситься до зони безумовного обов'язкового відселення (2-а зона радіоактивного забруднення).

Територія дослідної ділянки характеризується рівнинним рельєфом. Поверхня ґрунту задернована, після аварії на Чорнобильській АЕС – ділянка не була в сільськогосподарському використанні. Ґрунт – дерново-середньопідзолистий, глеюватий на водо-льодовикових відкладах, характеризується супіщаним гранулометричним складом, доброю водопроникністю та аерацією, що сприяє відносно швидкому розкладанню органічних речовин і значному вимиванню елементів мінерального живлення з верхніх горизонтів у нижній. Проміжок часу між опадами призводить до швидкого пересихання верхнього шару ґрунту, що негативно впливає на ріст та розвиток рослин.

Таблиця 1. Агрохімічна характеристика дослідної ділянки

№ зразка	Шар ґрунту, см	P_2O_5	K_2O	N_k	pH	H_z	Сума ввiбр. основ	Гумус, %
		мг/кг				мг-екв./100 г		
1	Ho 0-6	116	89	114	6,6	1,70	16,2	1,60
2	HE 6-32	204	131	94,5	5,51	1,37	8,8	1,70
3	E 32-63	41	14	15,4	6,04	0,53	2,2	0,17
4	EI 63-83	19	47	11,2	6,13	0,85	6,6	0,10
5	Igl 83-120	57	24	8,4	6,07	0,59	3,8	0,05
6	Pgl 120-140	69	24	8,4	5,53	0,66	5,0	0,02

Схема дослідів з енергетичними культурами:

- | | |
|---|-------------------|
| 1. Сіда багаторічна (<i>Sida hermaphrodita</i>) | сорт Фітоенергія. |
| 2. Сильфій пронизанолістий (<i>Silhium perfoliatum</i>) | сорт Переможець. |
| 3. Сорго багаторічне (<i>Sorghum alnum Parodi</i>) | сорт Колумб. |
| 4. Свєрбига східна (<i>Bunias orientalis</i>) | сорт Олімпійська. |
| 5. Міскантус-гігантеус (<i>Miscanthus giganteus</i>) | сорт Гулівер. |

Культури вирощувалися на 2-х фонах удобрення: без добрив (контроль); $N_{50}P_{50}K_{50}$. Згідно зі схемою дослідів вносили рекомендовані норми фосфорно-калійних добрив – суперфосфат P_2O_5 – (18,4 %), каліймагнезія K_2O – (40,2 %), азотних добрив – аміачна селітра N – (34,1 %).

Енергетичні культури вирощувалися за загальноприйнятими технологіями. Повторність дослідів 6-кратна, розміщення повторень в один

ярус, варіантів – систематичне. Загальна площа ділянки 195 м^2 , площа посівної ділянки $2,5 \text{ м}^2$, облікової $1,5 \text{ м}^2$.

Відбір зразків ґрунту для визначення важких металів проводився згідно з ДСТУ 4287:2004 (DSTU ISO 10381-5: 2009.). Підготовку зразків для спектрометричних досліджень проводили у лабораторних умовах. Дослідження ґрунтових зразків на вміст рухомих сполук важких металів

визначали у вимірювальній лабораторії Житомирської філії ДУ «Держґрунтохорона» у буферній амонійно-ацетатній витяжці з pH 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрометрії згідно з чинними нормативними документами: свинець – ДСТУ 4770.9:2007 (DSTU 4770.9:2007), кадмій – ДСТУ 4770.3:2007 (DSTU 4770.3:2007), цинк – 4770.2:2007 (DSTU 4770.2:2007), мідь – ДСТУ 4770.6:2007 (DSTU 4770.6:2007).

Результати досліджень та обговорення

Вміст важких металів у зонах забруднення може досягати тисяч міліграмів на 1 кг ґрунту, що перевищує допустимі рівні у сотні й тисячі разів. Такі території не можна використовувати в сільськогосподарських цілях без попереднього проведення оздоровчих заходів.

Одним із шляхів забруднення ґрунту важкими металами є внесення органічних добрив – підстилкового гною, осаду стічних вод, сапропелю тощо. Так, за даними Л. І. Акенієвої (Heletukha, et al., 2014) внесення за ротацію 220 т підстилкового гною може підвищити вміст важких металів у ґрунті в 1,7 раза проти природного вмісту.

Відомо, що важкі метали в ґрунті можуть знаходитися в різноманітних по розчинності та рухомості формах, а саме: нерозчинні, які входять до складу ґрунтових мінералів; обмінні, які перебувають у динамічній рівновазі з іонами даного металу в ґрунтовому розчині; рухомі та розчинні форми (Smahlii, et al., 2002). Між ними існує не тільки тісний взаємозв'язок, а й можливе перетворення одних форм в інші. Рухомі форми металів можуть накопичуватися в ґрунті до великих концентрацій, які зумовлюють їх токсичність як для ґрунтової біоти, так і для рослин (Ryzhuk, et al., 2002).

Більша частина металів зв'язується органічною частиною ґрунту – гуміновими кислотами та фульвокислотами. Ґрунти, які мають значну кількість органічної речовини, здатні накопичувати набагато більше важких металів, ніж піщані або бідні на гумус. При цьому, постійне надходження важких металів у ґрунт, навіть у малих кількостях на впродовж тривалого часу, здатне призвести до значного накопичення їх у профілі (Smahlii, et al., 2002).

Менш стійкі до дії різних видів забруднення ґрунти, які мають кислу реакцію середовища і ненасичені основами: підзолисті, дерново-підзолисті, болотні, сірі та бурі лісові ґрунти.

Вказані типи і види ґрунтів ємністю поглинання менше 20,0 мг-екв./100 г мають малу буферність до хімічного забруднення, особливо до дії кислих опадів і забруднення важкими металами, і тому найбільш схильні до забруднення (Smahlii, et al., 2002).

Ґрунти Полісся з ємністю від декількох одиниць до 10 мг-екв./100 г ґрунту мають невелику утримуючу здатність щодо важких металів, у зв'язку з чим важкі метали легко адсорбуються рослинами (Ryzhuk, et al., 2002).

У зв'язку з цим ведення землеробства на забруднених важкими металами ґрунтах є одним з актуальних питань для агроекологів. Забруднені важкими металами ґрунти потребують спеціальних засобів детоксикації ґрунту, що могли б не допустити надходження їх у рослинницьку продукцію. Виходячи з цього, дослідження токсичного впливу важких металів на природну систему ґрунт-рослина і розробка заходів з детоксикації ґрунту є надзвичайно важливими (Ryzhuk, et al., 2002).

У результаті проведених досліджень встановлено, що важкі метали накопичувалися у ґрунті незалежно від щільності забруднення ґрунту цезієм-137 при вирощуванні енергетичних культур і концентрація варіювала від 833,1 кБк/м² до 1005,4 кБк/м² та не перевищувала ГДК: по свинцю – 6,0, кадмію 0,7 мг/кг, міді – 3,0, цинку – 23,0 мг/кг (табл. 2).

За результатами досліджень ґрунту вміст рухомих сполук свинцю на дослідних ділянках знаходився у межах 0,72–0,87 мг/кг. Встановлено, що при вирощуванні усіх енергетичних культур у варіанті без добрив, концентрація свинцю була нижчою, ніж при використанні добрив і варіювала від 0,72 до 0,80 мг/кг. При вирощуванні енергетичних культур із застосуванням добрив, вміст рухомих сполук у ґрунті досліджуваних ділянок був вищим від контролю на 8,8–9,7 % і знаходився у межах 0,79–0,87 мг/кг, що пояснюється вмістом важких металів у мінеральних добривах.

Також відмічено, що найбільша концентрація свинцю була у ґрунтах при вирощуванні міскантуса (0,80 і 0,86 мг/кг – на контролі та із застосуванням добрив, відповідно). Найбільшу різницю по вмісту свинцю між варіантами встановлено при вирощуванні сільфію пронизаного та свербиги східної (10,9 та 11,8 %), а найменшу – при вирощуванні міскантуса та сорго багаторічного (7,5 та 9,7 %, відповідно).

Таблиця 2. Вміст рухомих сполук важких металів у ґрунті при вирощуванні енергетичних культур (2014–2016 рр.)

Культура	Варіант удобрення	Важкі метали, мг/кг			
		свинець	кадмій	мідь	цинк
Сіда багаторічна (<i>Sida hermaphrodita</i>)	контроль	0,76	0,036	0,080	1,80
	$N_{50}P_{50}K_{50}$	0,85	0,041	0,078	2,01
Сильфій пронизанолистий (<i>Silhium perfoliatum</i>)	контроль	0,79	0,037	0,089	2,18
	$N_{50}P_{50}K_{50}$	0,87	0,040	0,086	2,40
Сорго багаторічне (<i>Sorghum alnum Parodi</i>)	контроль	0,72	0,034	0,085	2,10
	$N_{50}P_{50}K_{50}$	0,79	0,038	0,083	2,36
Свербига східна (<i>Bunias orientalis</i>)	контроль	0,73	0,040	0,091	2,20
	$N_{50}P_{50}K_{50}$	0,81	0,044	0,088	2,43
Міскантус гігантеус (<i>Miscanthus giganteus</i>)	контроль	0,80	0,038	0,084	1,83
	$N_{50}P_{50}K_{50}$	0,86	0,042	0,082	2,07
ГДК, мг/кг		6,0	0,7	3,0	23,0
НІР ₀₅		0,03	0,008	0,009	0,07

Величина показника вмісту кадмію у зразках ґрунту дослідних ділянок при вирощуванні енергетичних культур варіювала від 0,034 до 0,044 мг/кг. Встановлено, що найбільшу концентрацію цього елемента відмічено у ґрунті при застосуванні мінеральних добрив ($N_{50}P_{50}K_{50}$), де вміст токсиканта був на рівні 0,040–0,044 мг/кг, тоді як у варіанті без добрив цей показник знаходився на рівні 0,034–0,040 мг/кг. Стосовно вмісту рухомих сполук кадмію при вирощуванні культур між варіантами удобрення, то найбільшу різницю відмічено при вирощуванні сорго та сіди (11,7–13,7 %). При вирощуванні свербиги, міскантуса та сильфію відсоток між варіантами складав, відповідно, 10,5; 10,5 та 7,0 %.

Хімічні елементи такі як мідь та цинк знаходяться у мінімальних кількостях, виступають в якості мікроелементів, необхідних для фізіологічних процесів росту і розвитку рослин, тварин, людей. При накопиченні цих елементів більше потреби організму вони стають шкідливими токсичними металами і гальмують вказані процеси.

Лабораторними дослідженнями встановлено, що мідь у ґрунті досліджуваних ділянках при вирощуванні енергетичних культур була на дуже низькому рівні забезпеченості (< 0,1 мг/кг) і варіювала від 0,078 до 0,091 мг/кг. Вміст рухомих сполук міді у варіанті без добрив був на рівні 0,078–0,088 мг/кг, що на 2,3–3,4 % вище аналогічних показників ґрунту із застосуванням добрив.

Забезпеченість дослідних ділянок рухомих цинком знаходилася на середньому (1,6–2,0) та підвищеному (2,1–3,0) рівнях. Показники цього елемента у ґрунтових зразках варіювали від 1,83 до 2,45 мг/кг.

Вміст цинку у варіанті із застосуванням добрив був на 10,1; 10,5; 11,7; 12,4; 13,1 % вищим при вирощуванні сильфію, свербиги, сіди, сорго та міскантуса у порівнянні із вирощуванням культур без добрив.

Тому актуальним завданням досліджень у цьому напрямі є проведення систематичних аналітичних досліджень ґрунтів радіоактивно забруднених територій Чорнобильської зони відчуження, а також поглиблене вивчення їх структури з урахуванням сучасних антропогенних змін.

Висновки

1. Аналіз вмісту важких металів у ґрунтах є репрезентативним показником екологічного стану території.

2. Результатами трирічних досліджень встановлено, що в ґрунтах дослідних ділянок, на яких вирощувалися енергетичні культури, вміст важких металів, а саме рухомих сполук свинцю, кадмію, міді та цинку, знаходилися у межах гранично допустимих концентрацій та мали слабкий рівень забруднення цими елементами. Найнижчу концентрацію токсикантів відмічено при вирощуванні усіх енергетичних культур у варіанті без застосування добрив.

3. Встановлено, що концентрація свинцю у

грунті варіювала у межах 0,72–0,87 мг/кг, а кадмію – 0,040–0,044 мг/кг.

4. Вміст рухомих сполук міді та цинку значно нижчий ГДК, відповідно вони виступають у ролі мікроелементів. Концентрація міді у ґрунті досліджуваних ділянок знаходиться на дуже низькому рівні забезпеченості ($< 0,1$ мг/кг), а концентрація цинку варіює від середнього ступеня (1,6–2,0) забезпеченості до підвищеного (2,1–3,0).

References

- Rusanov, A. M., Blokhin, E. V., Zenina, N. N. & Miliakova, E. A. (2002). Rezultaty izucheniiia zagriazneniia pochv Orenburgskoi oblasti tiazhelymi metallami i radioaktivnymi elementami [The results of the study of soil pollution in the Orenburg region with heavy metals and radioactive elements]. *Vestnik OGU*, 1, 98–101. [in Russian].
- Vozianova, O. F., Bebeska, V. H. & Bazyka, D. A. (2007). Medychni naslidky avarii na Chornobylskii atomnii elektrostansii [Medical consequences of the accident at the Chernobyl nuclear power plant]. Kyiv: DIA [in Ukrainian].
- Ryzhuk, S. M., Sliusar, I. T. & Verhunov, V. A. (2002) Ahroekolohichni osoblyvosti vysoko-efektyvnogo vykorystannia osushuvanykh torfovykh gruntiv Polissia i Lisostepu [Agroecological features of highly efficient use of the drained peat soils of Polissya and Forest-steppe]. Kyiv : Ahrarna nauka [in Ukrainian].
- Ratnikov, A. N., Zhigareva, T. L., Sviridenko, D. G. & Popova, G. I. (2003). Produktivnost selskokhoziaistvennykh kultur i nakoplenie v urozhae ^{137}Cs i tiazhelykh metallov na pochvakh nechernozemnoi zony [The productivity of crops and the accumulation in the crop of ^{137}Cs and heavy metals on soils of the non-chernozem zone]. *Vestnik RUDN*, 9, 188–191 [in Russian].
- Trembitskyi, V. A. (2004). Ahroekolohichni stan gruntiv pravoberezhnoho Polissia Ukrainy, vdoskonalennia upravlinnia yikh rodiuchistiu i produktyvnistiu ahrotsenoziv. *Candidate's thesis*. Zhytomyr National Agroecological University. Zhytomyr [in Ukrainian].
- Slavov, V. P. & Plotko, T. S. (2017). Pryrodna rezystentnist i vidtvoriuvalna zdattist koriv za dii malykh doz radiatsii [Natural resistance and reproductive capacity of cows under the action of small doses of radiation]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 4, 80. doi: doi.org/10.31073/agrovisnyk201704-05 [in Ukrainian].
- Skachok, L. M., Potapenko, L. V. & Horbachenko, N. I. (2019). Ahroekolohichna efektyvnist elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia miskantusu na radioaktyvno zabrudnennykh gruntakh [Agroecological efficiency of elements of miscanthus growing technology on radi oactively contaminated soils]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 9, 88. doi: doi.org/10.31073/agrovisnyk201909-09 [in Ukrainian].
- Romanchuk, L. D. (2015). Radioekolohichna otsinka formuvannia dozovoho navantazhennia u meshkantsiv silskykh terytorii Polissia Ukrainy [Radio-ecological assessment of the formation of dose load in the inhabitants of rural areas of Polesie of Ukraine]. Zhytomyr : ZhNAEU [in Ukrainian].
- DSTU ISO 10381-5: 2009. Yakist gruntu. Vidbyrannia prob. Chynnyi vid 2009-07-29. (2009). Kyiv [in Ukrainian].
- DSTU 4770. 9: 2007. Vyznachennia vmistu rukhomykh spoluk svyntsiu v bufernii amoniino-atsetatnii vytiazhti z rN 4,8 metodom atomno-absorbtsiinoi spektrometrii. Chynnyi vid 2009-01-01. (2009). Kyiv [in Ukrainian].
- DSTU 4770. 3: 2007 Vyznachennia vmistu rukhomykh spoluk kadmiiu v bufernii amoniino-atsetatnii vytiazhti z rN 4,8 metodom atomno-absorbtsiinoi spektrometrii. Chynnyi vid 2009-01-01. (2009). Kyiv [in Ukrainian].
- DSTU 4770. 2: 2007 Vyznachennia vmistu rukhomykh spoluk tsynku v bufernii amoniino-atsetatnii vytiazhti z rN 4,8 metodom atomno-absorbtsiinoi spektrometrii. Chynnyi vid 2009-01-01. (2009). Kyiv [in Ukrainian].
- DSTU 4770. 6: 2007 Vyznachennia vmistu rukhomykh spoluk midi v bufernii amoniino-atsetatnii vytiazhti z rN 4,8 metodom atomno-absorbtsiinoi spektrometrii. Chynnyi vid 2009-01-01. (2009). Kyiv [in Ukrainian].
- Heletukha, H. H., Zheliezna, T. A., Kucheruk, P. P. & Oliinyk, Ye. M. (2014). Suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku bioenerhetyky v Ukraini [Current state and prospects of bioenergy development in Ukraine]. *Analychna zapyska BAU*, 9, 9–10 [in Ukrainian].
- Smahlii, O. F., Rybak, M. F. & Dankevych, Ye. M. (2008). Osnovy zemlerobstva [Fundamentals of agriculture]. Zhytomyr : Vyd-vo VDNZ "Derzh. ahroekol. univ. [in Ukrainian].

UDC 634.23:58.055

THE FORMATION OF DRY SOLUBLE SUBSTANCES IN SWEET CHERRY FRUITS UNDER THE INFLUENCE OF ABIOTIC FACTORS

M. Serdyuk¹, I. Ivanova¹, V. Malkina¹, I. Kryvonos¹, T. Tymoshchuk², K. Ievstafiieva¹

Article info

Received

11.02.2020

Accepted

11.03.2020

Serdyuk, M., Ivanova, I., Malkina, V., Kryvonos, I., Tymoshchuk, T., Ievstafiieva, K. (2020). The formation of dry soluble substances in sweet cherry fruits under the influence of abiotic factors. Scientific Horizons, 03 (88), 127–135. doi: 10.33249/2663-2144-2020-88-3-127-135.

¹ Dmytro

Motornyi

Tavria State

Agrotechno-
logical

University

18,

B. Khmelnytsky

Ave, Melitopol,

Zaporizhzhia

obl.,

72312, Ukraine

² Zhytomyr

National

Agroecological

University

7, Staryi Blvd,

Zhytomyr,

10008, Ukraine

E-mail:

irynaivanova

2017@gmail.com

Sweet cherry is one of the leading places among the fruit crops grown in Ukraine. This culture opens the fruit season for the consumption of fresh and high-vitamin fruit products. Zaporizhzhia region is considered one of the main regions of stable production of high quality sweet cherries, which are in unlimited demand in the domestic and global consumer market of fruit products. The article presents the influence share of weather factors and varieties features on the formation of dry soluble substances stock of sweet cherry fruits during 2008–2019 years. The fruits of 33 varieties samples were grown under of horticultural farms of the Southern Steppe of Ukraine. Three sweet cherry fruits ripening periods were selected for the research: the 1-st group – the early ripening periods varietie; the 2-nd group – the medium ripening period varieties; the 3rd group – the late ripening period varieties.

The results of twelve-year studies indicate that the average dry soluble substances content in sweet cherry fruits grown in the region analyzed and it was 16.7 %. Among the group of the early ripening period varieties, the maximum average dry soluble substances content content of 16.8 % was found in Rubinova rannia variety fruits. Among the medium ripening period varieties, the maximum average dry soluble substances content content of 18.5–18.6 % was recorded in the fruits of the Talisman and Dachnytsia varieties, and the late ones – the fruits of the Udivitelna variety.

The dominant influence of weather factors on the accumulation of the dry soluble substances content stock was confirmed by the results of the variance analysis. It was found that for all groups of varieties, irrespective of the ripening period, the weather conditions of the research years (factor A) had a dominant influence on the formation of the DSS stock with an influence share for the varieties of the early ripening period group – 74.5 %, of the medium ripening period group – 61.9 % and the late ripening period groups – 69.4 %. The impact of varieties features (factor B) was less significant. The two-factor variance analysis has determined the expediency of predicting the dry soluble substances content of sweet cherry fruits by the average values of a particular varieties group, and not separately for each pomological variety.

Keywords: weather factors, pomological variety, fruits ripening periods, variance analysis, variability.

ФОРМУВАННЯ СУХИХ РОЗЧИННИХ РЕЧОВИН У ПЛОДАХ ЧЕРЕШНІ ПІД ВПЛИВОМ АБІОТИЧНИХ ФАКТОРІВ

**М. Є. Сердюк¹, І. Є. Іванова¹, В. М. Малкіна¹, І. А. Кривонос¹,
Т. М. Тимошук², К. С. Євстафієва¹**

¹Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного
пр. Б. Хмельницького, 18, м. Мелітополь, Запорізька обл., 72312, Україна

²Житомирський національний агроєкологічний університет
бульвар Старий, 7, Житомир, 10008, Україна

Черешня займає одне з провідних місць серед плодових культур, що вирощуються в Україні. Культура відкриває фруктовий сезон споживання свіжої та високовітамінної плодової продукції. Запорізька область вважається одним із основних регіонів стабільного виробництва високоякісних плодів черешні, які користуються необмеженим попитом на внутрішньому та світовому споживчому ринку плодової продукції. Встановлено частку впливу погодних факторів та сортових особливостей на формування фонду сухих розчинних речовин плодів черешні впродовж 2008–2019 рр. Плоди 33 дослідних сортозразків було відібрано з дерев, типових для певного помологічного сорту та одного віку в садівничих господарствах Південного Степу України. Для дослідження були обрані плоди черешні трьох термінів досягання: 1 група – сорти раннього терміну досягання; 2 група – сорти середнього терміну досягання; 3 група – сорти пізнього терміну досягання.

Результати дванадцятирічних досліджень дають можливість стверджувати, що середній вміст сухих розчинних речовин у плодах черешні, вирощених в умовах аналізованого регіону, знаходився на рівні 16,7 %. Серед групи сортів раннього терміну досягання максимальний середній вміст сухих розчинних речовин на рівні 16,8 %, виявлений у плодах сорту Рубінова рання. Серед сортів групи середнього терміну досягання максимальний середній вміст сухих розчинних речовин 18,5–18,6 % зафіксовано у плодах сортів Талісман та Дачниця, а групи пізнього – плодах сорту Удівительна.

Результатами дисперсійного аналізу підтверджено домінуючий вплив погодних факторів на накопичення фонду сухих розчинних речовин. Встановлено, що для всіх груп сортів, незалежно від терміну досягання, домінуючий вплив на формування фонду сухих розчинних речовин мали погодні умови років досліджень (фактор А) з часткою впливу для сортів групи раннього терміну досягання – 74,5 %, групи середнього терміну досягання – 61,9 % і групи пізнього терміну досягання – 69,4 %. Вплив сортових особливостей (фактор В) був менш вагомим. Проведений двофакторний дисперсійний аналіз визначив доцільність прогнозувати вміст сухих розчинних речовин у плодах черешні за середніми значеннями певної групи сортів, а не окремо для кожного помологічного сорту.

Ключові слова: *погодні фактори, помологічний сорт, терміни досягання плодів, дисперсійний аналіз, варіабельність.*

Вступ

Серед плодових культур, що вирощуються в Україні, черешня займає одне з провідних місць. Завдяки широкому розмаїттю сортів, які характеризуються значним діапазоном термінів досягання, саме черешня відкриває сезон споживання свіжої та високовітамінної плодової продукції. За обсягами виробництва плодів черешні Україна знаходиться на десятому місці у світі. У 2018 році валовий збір її плодів становив 84,6 тис. тонн, що становить близько 3,3 % загальносвітового (Derzhavna ..., 2019, 2020; Statystychnyi ..., 2018; Vyshnevskaya, 2019).

За даними FAO світовий ринок плодів черешні є дефіцитним. Відповідно до науково-обґрунтованих норм, людині щорічно потрібно

споживати 2 кг плодів черешні (Habib et al., 2017; Winkler & Knoche, 2019). Для забезпечення таких обсягів світове виробництво черешні має сягати 14 млн тонн. Натомість нині воно є майже у 4 рази меншим.

Територіально більшість насаджень культури зосереджено у Південній степовій зоні України. Запорізька область вважається одним із основних регіонів стабільного виробництва високоякісних плодів черешні, які користуються необмеженим попитом на внутрішньому та світовому споживчому ринку плодової продукції (Vyshnevskaya, 2019).

Сортимент черешні в Україні за останні роки значно покращився. На зміну старим сортам, прийшли нові, які характеризуються більшою

адаптивністю до біотичних і абіотичних стресорів та мають високу якість плодів (Dolgova, 2015; Ivanova & Herasko, 2019; Ivanova & Dolhova, 2019).

До основних визначаючих факторів під час відбору сортів для широкого промислового використання, окрім високої продуктивності та імунної стійкості до хвороб, відносять і біохімічні показники плодів, які, в першу чергу, характеризуються вмістом сухих речовин.

Загальновідомо, що сухі речовини поділяють на дві групи: розчинні та нерозчинні у воді. Вміст нерозчинних сухих речовин у плодах черешні коливається від 2 до 3 %. До них належать протопектин, геміцелюлоза, клітковина, жиророзчинні азотисті і мінеральні речовини, пігменти тощо. Ці речовини формують забарвлення, консистенцію та визначають механічну твердість тканин (Ecribano et al., 2017; Ivanova & Dolhova, 2019).

Більшість з них майже не засвоюються організмом людини, але покращують перистальтику шлунково-кишкового тракту та соковиділення (Blazkova et al., 2002).

Сухі розчинні речовини (СРР) містяться у клітинному соці. Їх вміст у плодах черешні, які вирощені на півдні України, коливається від 12,1 до 19,9 %. Основна частина сухих розчинних речовин представлена вуглеводами. Саме вуглеводи вважаються первинними продуктами фотосинтезу і основними похідними біосинтезу інших речовин у рослинах (Kishchak, 2012; Melnyk & Drozd, 2011).

Рівень вмісту сухих речовин обумовлює спрямованість та інтенсивність біохімічних процесів, які відбуваються у плодах під час зберігання. За низького вмісту сухих речовин та надлишку вологи у плодах посилюються процеси транспірації (Yevlash et al., 2019). Сухі розчинні речовини відіграють провідну роль у формуванні смакових якостей плодів (Mikhailik et al., 2014). Встановлені сильні прямі кореляційні зв'язки між вмістом сухих розчинних речовин та масою плоду (Poll et al., 2003).

Під час виготовлення фруктових заморожених сумішей, паст та соусів, повидла, варення, джемів та конфітурів, готову продукцію доводять до певної концентрації сухих речовин, за якою визначають ступінь її готовності. Саме тому, витрати сировини на одиницю готової продукції, продуктивність обладнання, тривалість виробничого циклу, а також якість консервів

визначаються вихідним вмістом сухих речовин у сировині (Skaletskaya & Zavadskaya, 2013; Serdyuk, 2014; Ivanova et al., 2019; Ivanova & Herasko, 2019).

Фрукти з високим вмістом сухих речовин вважаються найкращою сировиною для виготовлення порошків та сухофруктів. Чим більше таких речовин у сировині, тим вище вихід готової продукції і тим менші енергетичні витрати на видалення вологи (Serdyuk, 2014).

За даними багатьох досліджень відомо, що рівень накопичення сухих речовин у фруктах визначається сортовими особливостями, місцем та технологіями вирощування і змінюється під впливом погодних чинників вегетаційного періоду (Caprio & Quamme, 2006; Garcia-Montiel et al., 2010; Skaletskaya & Zavadskaya, 2013).

Так, зазначено, що на формування фонду сухих речовин істотно впливають суми ефективних температур та кількість опадів за 10...15 діб перед збиранням врожаю (Serrano et al., 2005). Встановлено, що активність фотосинтетичних процесів також має вагомий вплив на аналізований показник. У результаті цих процесів утворюється 95–98 % загального вмісту сухих речовин (Revell, 2009).

Не дивлячись на великий об'єм існуючої інформації, залишається багато питань, які потребують подальшого дослідження. Так, для визначення потенціалу якості плодової продукції, налагодження експорту плодів черешні та злагодженої роботи консервних підприємств, актуальним залишається питання прогнозування вмісту сухих речовин залежно від погодних умов сезону вирощування. Проте, на фоні постійної зміни сортового асортименту черешні, виникає питання щодо універсальності методики прогнозування.

У зв'язку з вищезазначеним, метою наших досліджень було встановлення частки впливу погодних факторів та сортових особливостей на формування фонду сухих розчинних речовин плодів черешні.

Матеріали та методи

Дослідження були проведені впродовж 2008–2019 рр. у лабораторії технології первинної переробки і зберігання продуктів рослинництва НДІ Агротехнологій та екології Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь.

Для дослідження були обрані плоди черешні інтродукованих сортів та які внесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

За терміном достигання сорти поділені на три групи: 1 група – сорти раннього терміну достигання – Світ Ерліз, Мерчант, Бігаро Бурлат, Рубінова рання, Валерій Чкалов, Казка, Забута; 2 група – сорти середнього терміну достигання – Кордія, Октавія, Винка, Первисток, Темп, Улюблениця Туровцева, Талісман, Ділема, Мелітопольська чорна, Оріон, Червнева рання, Дачниця, Простір; 3 група – сорти пізнього терміну достигання – Каріна, Регіна, Міраж, Крупноплідна, Удівительна, Зодіак, Сюрприз, Колхозниця, Космічна, Празднічна, Анонс, Темпоріон, Меотида.

Плоди 33-х дослідних сортозразків були вирощені в умовах садівничих господарств Мелітопольського району Запорізької області. Збирали їх з дерев, типових для певного помологічного сорту та одного віку. Агрофон на дослідних ділянках протягом усіх дослідних років був однаковим та задовольняв вимогам агротехніки.

Визначення масової частки сухих розчинних речовин у плодах черешні проводили у період споживчої стиглості. Відбір та підготовку проб до аналізів виконували за ДСТУ ISO 874-2002 (Frukty ..., 2002). Вміст сухих розчинних речовин визначали рефрактометричним методом за ДСТУ ISO 2173:2007 (Produkty ..., 2007). При аналізі та обробці експериментальних даних використовували методи варіаційної статистики: проводили математичну обробку, визначення статистичних характеристик, парний і множинний кореляційний та дисперсійний аналізи – за Б. А. Доспеховим (Dospikhov, 1985), використовуючи комп'ютерні програми "MS Office Excel 2010", пакет "Statistica" і персональний комп'ютер.

В ході експерименту використано щоденні метеорологічні данні за період з 2008 по 2019 роки, надані Мелітопольською метеостанцією. Регіон проведення досліджень розташований у південно-степовій підзоні України. Ландшафт – рівнинний. Клімат – атлантично-континентальний з високим температурним режимом. Середньорічна температура повітря коливається в межах 9,1–9,9 °С. Абсолютний річний максимум температури – 41,5 °С – зафіксовано 18 серпня 2010 року. Найбільш теплими місяцями

вважаються липень і серпень з середньомісячними температурами від 20,5 до 23,1 °С. Абсолютний річний мінімум температури – мінус 31 °С – відзначався 14 січня 1950 року. Середньорічна сума активних температур вище 10 °С з квітня по жовтень становить 3316 °С. За кількістю опадів регіон відноситься до зони з недостатнім зволоженням. За рік середня кількість опадів становить 475 мм. Середньорічна відносна вологість повітря знаходиться в межах 73 %. Посушливість клімату обумовлена пануванням сухих північно-східних і особливо східних вітрів. Середньорічна швидкість руху вітру – 3,7 м/с. Накопичення вологи в ґрунті відбувається, головним чином, восени, частково взимку і ранньою весною, гідротермічний коефіцієнт (ГТК) змінюється від 0,22 до 0,77. Недостатня кількість вологи в ґрунті негативно відбивається на врожайності плодівих насаджень та якості плодів, тому дефіцит вологи можна компенсувати тільки за рахунок зрошення, яке, на жаль, у зв'язку з економічними проблемами практично не застосовується (Serdyuk, 2014; Ivanova, 2019).

Отже, регіон садівництва, до якого за територіальним розташуванням входить Запорізька область, вважається досить сприятливим для вирощування черешні (Bondarenko, 2017). Однак у сучасних умовах можливого прояву стресових факторів генетично обумовлені властивості плодів можуть змінюватися під впливом умов середовища в досить широкому діапазоні, що обумовлює проведення подальших досліджень та викликає необхідність формування нового сортименту.

Результати досліджень та обговорення

Результати дванадцятирічних досліджень дають можливість стверджувати, що середній вміст сухих розчинних речовин (СРР) у плодах черешні, вирощених в умовах аналізованого регіону, знаходився на рівні 16,7 %. Середній вміст сухих розчинних речовин у плодах черешні групи сортів раннього терміну достигання знаходився на рівні 15,3 % (табл. 1), тобто був на 8,4 % нижчим порівняно з середнім сортовим значенням.

У плодах черешні груп сортів середнього та пізнього термінів достигання середній вміст сухих розчинних речовин перевищував середнє сортове значення, відповідно, на 1,8 та 7,2 % (табл. 2, 3).

Таблиця 1. Вміст сухих речовин у плодах черешні сортів раннього терміну досягання, % (2008–2019 рр.), $\bar{x} \pm s\bar{x}$, n=5

Помологічний сорт	Середній вміст CPP*, %	min вміст CPP, %	max вміст CPP, %	Варіація за роками, Vp, %
Рубінова рання	16,8±3,9	11,7	22,6	23,3
Валерій Чкалов	16,5±3,7	11,4	21,2	22,7
Світ Ерліз	16,2±3,3	11,7	21,2	20,4
Мерчант	14,0±2,7	11,5	18,7	19,3
Казка	14,8±3,4	10,1	20,5	22,8
Бігаро Бурлат	13,5±2,7	10,3	18,9	19,6
Забута	14,9±2,7	11,4	21,0	18,4
Середнє значення	15,3±3,3	10,1	22,6	21,9
НІР ₀₅	0,416	—	—	—

*Примітка: CPP – сухі розчинні речовини.

Отже, серед вивчених сортів максимальним вмістом сухих розчинних речовин характеризувалися плоди черешні групи пізнього терміну досягання.

Серед групи сортів раннього терміну досягання мінімальний вміст сухих розчинних речовин зафіксовано у плодах сорту Казка (10,1 %) урожаю 2008 року. Він був нижчим за середнє сортове значення на 39,5 %.

Максимальний рівень сухих розчинних речовин на рівні 22,6 % виявлений у плодах сорту Рубінова рання врожаю 2013 року. При цьому, перевищення над середнім сортовим значенням становило 35,3 %. Сортом раннього терміну досягання, який за результатами дванадцятирічних досліджень характеризувався найбільшою масовою часткою сухих розчинних речовин був Рубінова рання, а найменшою – Мерчант (табл. 1).

Таблиця 2. Вміст сухих речовин у плодах черешні сортів середнього терміну досягання, % (2008 – 2019 рр.), $\bar{x} \pm s\bar{x}$, n=5

Помологічний сорт	Середній вміст CPP*, %	min вміст CPP, %	max вміст CPP, %	Варіація за роками, Vp, %
Винка	16,8±3,4	10,9	21,7	20,0
Первисток	16,7±3,5	10,5	21,1	21,1
Темп	17,4±3,1	12,1	22,3	17,6
Улюблениця Туровцева	15,3±3,0	12,3	22,1	19,9
Талісман	18,5±2,9	15,1	23,2	16,1
Ділема	17,8±3,3	12,5	22,5	18,3
Мелітопольська чорна	17,2±3,8	12,3	22,4	21,4
Кордія	16,6±2,6	12,0	20,0	15,9
Октавія	16,3±3,2	11,8	20,2	19,5
Оріон	17,6±3,8	12,0	22,8	21,5
Червнева рання	17,3±3,3	11,9	22,1	19,0
Дачниця	18,5±2,6	15,1	23,3	14,0
Простір	15,7±4,6	10,0	22,0	29,0
Середнє значення	17,0±3,3	10,0	23,3	19,6
НІР ₀₅	0,455	—	—	—

*Примітка: CPP – сухі розчинні речовини.

Таблиця 3. Вміст сухих речовин у плодах черешні сортів пізнього терміну досягання, % (2008 – 2019 рр.), $\bar{x} \pm s\bar{x}$, $n=5$

Помологічний сорт	Середній вміст CPP*, %	min вміст CPP, %	max вміст CPP, %	Варіація за роками, V_p , %
Крупноплідна	18,5±2,5	13,9	22,5	13,4
Каріна	18,2±3,8	12,4	23,1	20,9
Регіна	17,1±3,2	12,9	22,8	18,7
Міраж	18,2±3,5	12,8	23,0	19,3
Удівительна	18,6±3,5	12,8	22,8	18,5
Зодіак	17,0±2,5	12,9	19,7	14,8
Сюрприз	17,9±3,4	13,0	23,0	19,0
Колхозниця	17,8±3,8	11,9	23,0	21,5
Космічна	17,7±2,9	12,7	21,3	16,3
Празднічна	16,8±2,3	11,9	19,5	13,7
Анонс	17,6±3,8	10,3	21,5	21,6
Темпоріон	18,3±3,4	11,2	21,5	18,7
Меотида	18,4±2,9	11,0	22,3	15,9
Середнє значення	17,9±3,2	10,3	23,1	17,7
НІР ₀₅	0,635	–	–	–

*Примітка: CPP – сухі розчинні речовини.

У групах сортів середнього та пізнього термінів досягання мінімальною кількістю сухих розчинних речовин характеризувалися зібрані у 2015 року плоди сортів Простір та Анонс. Кількість сухих розчинних речовин була меншою за середнє сортове значення, відповідно, на 59,8 та 61,7 %. Максимальна масова частка сухих розчинних речовин зафіксована у плодах урожаю 2012 року сортів Дачниця та Каріна. При цьому, перевищення над середнім сортовим значенням становило, відповідно, 39,5 та 38,3 %. Серед сортів групи середнього терміну досягання максимальний середній вміст сухих розчинних речовин зафіксовано у плодах сортів Талісман та Дачниця, а групи пізнього – плодах сорту Удівительна.

З технологічної точки зору для транспортування, зберігання та консервування особливу цінність мають сорти, плоди яких відрізняються не тільки високим вмістом сухих речовин, а і стабільністю цього показника. У якості показника стабільності сорту по відношенню до метеорологічних умов різних років вирощування використовували коефіцієнт варіації V_p . Відомо, що за значень коефіцієнту варіації менше 10 % варіативність вибірки вважається не істотною або низькою, за значень від 10 до 20 % – середньою, вище 20 % сухих

розчинних речовин істотною або сильною.

Наведені результати досліджень свідчать про істотну варіативність вмісту CPP за роками досліджень у групі сортів раннього терміну досягання. Найбільший вплив абіотичних чинників на вміст сухих розчинних речовин у плодах даної групи виявлено для сортів Казка та Валерій Чкалов з коефіцієнтами варіації, відповідно, 22,8 та 22,7 %. Найбільш стійкими за вмістом CPP є сорти Забута, Мерчант, Бігаро Бурлат, про свідчать відповідні коефіцієнти варіації 18,4, 19,3 та 19,6 %. Варіативність даних сортів під впливом погодних чинників вважається середньою.

Варіативність вмісту сухих розчинних речовин за роками досліджень у плодах черешні груп сортів середнього та пізнього термінів досягання була середньою ($V_p=19,6$ та $17,7$ %, відповідно). Серед групи сортів середнього терміну досягання найбільш стабільним вміст сухих речовин був у плодах сорту Дачниця ($V_p=14$ %), а найбільш мінливим – у сорту Простір ($V_p=29$ %). У групі сортів пізнього терміну досягання найбільша варіативність вмісту CPP зафіксована у плодах сортів Колхозниця ($V_p=21,5$ %) та Анонс ($V_p=21,6$ %), найменша – у сортів Крупноплідна ($V_p=13,4$ %) та Празднічна ($V_p=13,7$ %).

Отже, за вмістом сухих речовин та варіативністю їх формування під впливом погодних факторів в умовах аналізованого регіону найбільш перспективними, з технологічної точки зору, були сорти Дачниця – середнього терміну достигання та Крупноплідна – пізнього терміну достигання. Ці сорти відрізнялися високим вмістом сухих розчинних речовин та їх низькою варіативністю за роками досліджень.

Серед групи сортів раннього терміну достигання найбільш перспективного сорту не

виявлено. Усі досліджені сорти з високим вмістом СРР характеризувалися високою варіативністю. Сорти Забута, Мерчант, Бігаро Бурлат, у яких варіативність вмісту сухих розчинних речовин за роками досліджень була середньою, характеризувалися їх низьким вмістом.

Домінуючий вплив погодних факторів на накопичення фонду сухих розчинних речовин підтверджено результатами дисперсійного аналізу (табл. 4).

Таблиця 4. Результати двофакторного дисперсійного аналізу

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Дисперсія	$F_{\text{факт}}$	$F_{\text{табл.095}}$	Вплив, %
група сортів черешні раннього терміну достигання						
Фактор А (рік)	2074,4	11	188,6	2892,5	1,8	74,5
Фактор В (сорт)	346,2	6	57,7	885,0	2,2	12,4
Взаємодія АВ	351,4	66	5,3	81,7	1,4	12,6
група сортів черешні середнього терміну достигання						
Фактор А (рік)	3226,4	11	293,3	3753,0	1,8	61,9
Фактор В (сорт)	409,7	12	34,1	436,9	1,8	7,9
Взаємодія АВ	1550,5	132	11,8	150,3	1,3	29,7
група сортів черешні пізнього терміну достигання						
Фактор А (рік)	3254,9	11	295,9	1947,6	1,8	69,4
Фактор В (сорт)	144,6	12	12,0	79,3	1,8	3,1
Взаємодія АВ	1237,2	132	9,4	61,7	1,3	26,4

Встановлено, що для всіх груп сортів, незалежно від терміну достигання, домінуючий вплив на формування фонду сухих розчинних речовин мали погодні умови років досліджень (фактор А) з часткою впливу для сортів групи раннього терміну достигання – 74,5 %, групи середнього терміну достигання – 61,9 % і групи пізнього терміну достигання – 69,4 %. Вплив сортових особливостей (фактор В) був менш вагомим. Частка впливу даного фактору становила, відповідно, 12,4, 7,9 та 3,1 % для аналізованих груп.

Висновки

1. За вмістом сухих речовин та варіативністю їх формування в умовах Південної степової підзони України найбільш перспективними, з технологічної точки зору, виявилися сорти Дачниця (середнього терміну достигання) та сорт Крупноплідна (пізнього терміну достигання).

2. Для всіх груп сортів, незалежно від терміну достигання, домінуючий вплив на формування фонду сухих розчинних речовин виявляли погодні умови (фактор А) років досліджень. Частка впливу фактору А на формування сухих розчинних речовин для сортів групи раннього, середнього, пізнього термінів достигання склала 74,5 %, 61,9 % та 69,4 %, відповідно.

3. На основі двофакторного дисперсійного аналізу доцільно прогнозувати вміст сухих розчинних речовин у плодах черешні за середніми значеннями для певної групи сортів, а не окремо для кожного помологічного сорту.

References

Blažková, J., Hlušíčková, I. & Blažek, J. (2002). Fruit weight, firmness and soluble solids content during ripening of Karešova cv. sweet cherry. *Horticultural Science*, 29 (3), 92–98. doi: 10.17221/4470-HORTSCI.

- Bondarenko, P. H. (2017). Osnovni pryntsyipy zakladannia intensyvnykh nasadzhen chereszni v Ukraini [Basic principles of planting intensive cherry plantations in Ukraine]. *Problemy ta perspektyvy staloho rozvytku APK*, materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii za rezultatamy doslidzhen 2016 roku (pp. 7–8). Melitopol : TDATU [in Ukrainian].
- Caprio, J. M. & Quamme, H. A. (2006). Influence of weather on apricot, peach and sweet cherry production in the Okanagan Valley of British Columbia. *Canadian journal of plant science*, 86 (1), 259–267. doi: 10.4141/P05-032.
- Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy (2020). Pidsumky zboru vrozhaiu osnovnykh silskohospodarskykh kultur, plodiv, yahid ta vynohradu v silskohospodarskykh pidpriemstvakh v rozrizi raioniv u 2019 rotsi [The results of the harvest of basic crops, fruits, berries and grapes in agricultural enterprises by region in 2019]. Retrieved from <http://www.zp.ukrstat.gov.ua/index.php/publications>.
- Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy (2019). Statystychnyi zbirnyk «Ukraina-2018» [Statistical Collection «Ukraine-2019»]. Kyiv [in Ukrainian].
- Dolhova, S. V. (2015). Hospodarsko-biologichna kharakterystyka novykh sortiv chereszni (*Serasus avium* Moench.) selektsii MDSS [Economic and biological characteristics of new sweet cherry varieties (*Cerasus avium* Moench) selection MDSS]. *Sadivnytstvo*, 70, 22–28 [in Ukrainian].
- Dospekhov, B. A. (1985). Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy) [Field experiment methodology (with the basics of statistical processing of research results)]. Moskva : Agropromizdatt [in Russian].
- Ecribano, S., Biasi, W. V, Lerud, R., Slaughter, D. C. & Mitcham, E. J. (2017). Non-destructive prediction of soluble solids and dry matter content using NIR spectroscopy and its relationship with sensory quality in sweet cherries. *Postharvest Biology and Technology*, 128, 112–120. doi: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2017.01.016>.
- Frukty y ovochi svizhi. Vidbyrannia prob [Fresh fruits and vegetables. Sampling]. (2002). DSTU ISO 874-2002. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
- Garcia-Montiel, F., Serrano, M., Martinez-Romero, D. & Alburquerque, N. (2010). Factors influencing fruit set and quality in different sweet cherry cultivars. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8 (4), 1118–1128.
- Habib, M., Bhat M., Dar, B. N. & Wani, A. A. (2017). Sweet cherries from farm to table: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57 (8), 1638–1649. doi: 10.1080/10408398.2015.1005831.
- Ivanova, I. Ye., Herasko, T. V. & Dolhova, S. V. (2019). Analiz biokhimichnoho skladu svizhykh ta svizhozamorozhenykh plodiv chereszni trokh strokiv dostyhanntia, shcho vyroshcheni v umovakh pivdennoho stepu Ukrainy [Analysis of the biochemical composition of fresh and fresh frozen sweet cherries of three terms of ripening periods in the conditions of southern steppe zone of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 105, 160–165 [in Ukrainian].
- Ivanova, I. Ye. & Herasko, T. V. (2019). Optymizatsiia vyboru krashchoho sortu chereszni za bahatma parametramy yakisnykh pokaznykiv plodiv [Optimization of the choice of the best sweet cherry variety according to many parameters of qualitative fruits indicators]. *Suchasni naukovi doslidzhennia na shliakhu do yevrointehratsii*, Materialy Mizhnarodnoho naukovo-praktychnoho forumu (pp. 69–71). Melitopol : TDATU [in Ukrainian].
- Ivanova, I. Ye., Serdyuk, M. Ye., Herasko, T. V., Bilous, E. S. & Kryvonos, I. A. (2019). Urozhainist chereszni zalezno vid klimatychnykh umov rokiv vyroshchu-vannia [The sweet cherry yield depending on the climatic conditions of the years of cultivation]. *Visnyk Ahrarnoi nauky Prychornomoria*, 3, 32–48 [in Ukrainian].
- Kishchak, O. A. (2012). Tovarna yakist ta biokhimichni sklad plodiv chereszni zalezno vid typu nasadzhen [Commodity quality and the biochemical composition of the sweet cherry fruits depending on the type of plantation]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 4, 37–41 [in Ukrainian].
- Melnyk, O. V. & Drozd, O. O. (2011). Zberihannia chereshen [Sweet cherries storage]. *Novyny sadivnytstva*, 2, 39–40 [in Ukrainian].
- Mikhailik, V. A., Dmitrenko, N. V. & Snezhkin, Yu. F. (2014) Change in the Specific Heat Capacity of Parenchymal Tissues of Apples due to Dehydration. *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*, 87 (1), 48–53. doi: <https://doi.org/10.1007/s10891-014-0983-7>.
- Poll, L., Petersen, M. & Nielsen, G. S. (2003). Influence of harvest year and harvest time on soluble solids, titrateable acid, anthocyanin content and aroma components in sour cherry (*Prunus cerasus* L. cv. “Stevnsbær”). *European Food Research and Technology*, 216 (3), 212–216. doi: <https://doi.org/>

10.1007/s00217-002-0641-8.

Produkty z fruktiv ta ovochiv. Vyznachennia rozchynnykh sukhykh rechovyn refraktometrychnym metodom [Determination of dry soluble substances by refractometric method]. (2007). DSTU ISO 2173:2007. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].

Revell, J. (2009). Sensory profile and consumer acceptability of sweet cherries. (Master's thesis). University of Nottingham, Nottingham.

Serdyuk, M. Ye. (2014) Prohnozuvannia vmistu sukhykh rechovyn u plodakh yabluni zalezno vid abiotychnykh chynnykiv [Prediction of dry soluble substances content in apple tree fruits depending on abiotic factors]. Prohresyvni tekhnika ta tekhnolohii Kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli, 2 (20), 365–375 [in Ukrainian].

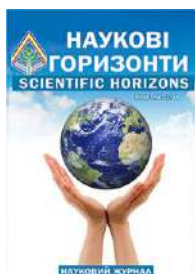
Serrano, M., Gullen, F., Martinez-Romeo, D.,

Castillo, S. & Valero, D. (2005). Chemical constituents and antioxidant activity of sweet cherry at different ripening stages. *Journal agriculture and food chemistry*, 53, 2741–2745. doi: <https://doi.org/10.1021/jf0479160>.

Skaletskaya, L. F. & Zavadskaya, O. V. (2013). Prigodnost raznykh sortov yabluni k sushke [Suitability of different apple trees varieties for drying]. *Sovremennoe sadovodstvo*, 2, 7 [in Russian].

Winkle, A. & Knoche M. (2019). Calcium and the physiology of sweet cherries: A review. *Scientia horticulturae*, 245, 107–115. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.10.012>.

Yevlash, V. V., Priss, O. P., Serdyuk, M. Ye., Pavlotska, L. F., Skurikhina L. A., Dudenko N. V. & Sukharenko O. I. (2019). Biokhimiia plodiv ta ovochiv [Biochemistry of fruits and vegetables]. Melitopol : Liuks [in Ukrainian].



UDC 504.05

IDENTIFICATIONS OF ENVIRONMENTAL RISKS IN THE SYSTEM ENVIRONMENTAL ECONOMIC SAFETY

S. Lutkovska

Article info

Received

11.02.2020

Accepted

11.03.2020

Vinnitsia
National Agrarian
University
3, Soniachna Str.,
Vinnitsia,
21008, Ukraine

E-mail: svetvsau@gmail.com

Lutkovska, S. (2020). Identifications of environmental risks in the system environmental economic safety. Scientific Horizons, 03 (88), 136–143. doi: 10.33249/2663-2144-2020-88-3-136-143.

This article identifies ways of identifying environmental risks in the environmental and economic security system. It is established that the identification of risks for the territory and the population consists in the systematic identification and study of exogenous and endogenous environmental risks specific to a particular region or activity. The process of formation of ecological and economic risk is formed, which consists of the following stages: determination of risk-forming factors, determination of ecological risk, determination of harm to man, determination of other risk-forming factors, introduction of changes to the system of environmental risk factors, determination of economic loss. It is proved that in the first stage of the formation and implementation of state policy in the field of integrated security with a large number of proposed two types of risks can be applied: life activities: individual – concern an individual, collective (social) – communities; economic – absolute (in UAH) or relative (share of GDP, GRP). An environmental risk identification scheme has been developed and the relationship between the factors of influence on the magnitude of risk has been established. It is established that there are two main types of environmental risk, depending on its orientation: object – arises due to the negative impact of other economic entities (negative environmental changes, as a result of the activity of economic entities; economic losses due to such changes, related to other economic objects); subjective – due to its own impact, which leads to environmental responsibility (negative impact on the environment; the spread of negative changes of the latter to natural objects; damage to health and damage as a result of environmental change). The content of the category "strategic environmental assessment" is defined. It is proved that the efficiency and controllability of anthropogenic and natural risk management process in the country should be ensured by a branched infrastructure of security regulation mechanisms based on regulatory, organizational, administrative, engineering, economic and other regulatory methods.

Key words: environmental risks, security, identification, development, economic system.

ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ У СИСТЕМІ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

С. М. Лутковська

Вінницький національний аграрний університет
вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна

У статті визначено шляхи ідентифікації екологічних ризиків у системі еколого-економічної безпеки. Мета дослідження полягає у ідентифікації екологічного ризику на території України для

вибору оптимального підходу управління екологічними ризиками на регіональному рівні, спрямованому на запобігання та зниження рівня негативних наслідків природного та антропогенного характеру. Встановлено, що ідентифікація ризиків для території та населення полягає в систематичному виявленні й вивченні екзогенних та ендогенних екологічних ризиків, характерних для окремого регіону чи виду діяльності. Сформовано процес формування еколого-економічного ризику, який складається з наступних етапів: визначення ризикоутворюючих факторів, визначення екологічного ризику, визначення шкоди людині, визначення інших ризикоутворюючих факторів, внесення змін до системи факторів екологічного ризику, визначення економічного збитку. Доведено, що на першому етапі формування і реалізації державної політики у сфері комплексної безпеки, з великої кількості запропонованих, можуть застосовуватися два типи ризиків життєдіяльності: індивідуальні та економічні. Розроблено схему ідентифікації екологічних ризиків, встановлено взаємозв'язок факторів впливу на величину ризику. Встановлено, що виділяють два основних види екологічного ризику залежно від його спрямованості: об'єктний, що виникає внаслідок негативного впливу інших господарюючих суб'єктів та суб'єктний, що обумовлений його власним впливом, що призводить до екологічної відповідальності. Доведено, що у подальшому ефективність і контрольованість процесу управління ризиками антропогенного й природного характеру у державі має забезпечуватися розгалуженою інфраструктурою механізмів регулювання безпеки на основі нормативно-правових, організаційно-адміністративних, інженерно-технічних, економічних та інших методів регулювання.

Ключові слова: екологічні ризики, безпека, ідентифікація, розвиток, економічна система.

Вступ

Україна є однією з найбільших європейських держав з потужними людськими, природними й сировинними ресурсами. Їх відтворення та невиснажливе використання – важлива передумова сталого економічного розвитку країни. Загальний стан природно-антропогенної безпеки в Україні є складним, багато чинників і надалі поглиблюють його у просторово-часовому аспекті. Це значною мірою впливає на довкілля та призводить до погіршення умов життєдіяльності людей. Екологічний ризик постійно зростає внаслідок підвищення частки застарілих технологій та обладнання, зниження темпів відновлення і модернізації виробництва.

Саме тому одним із пріоритетних національних інтересів України є забезпечення екологічно безпечних умов життєдіяльності людини і суспільства, збереження навколишнього середовища. З метою управління екологічною безпекою для виконання завдань, які сформульовані у Законі України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики на період до 2020 року», виникає потреба прогнозової оцінки екологічного ризику як міри реальних існуючих загроз для прийняття попереджувальних заходів щодо зниження даного рівня ризику, що стає все більш актуальним (*Pro osnovni zasady...*, 2010).

Сучасна життєдієва практика дає можливість стверджувати, що будь-яка діяльність потенційно

небезпечна. У визначенні ризику в безпеці виділяють соціальні, професійні, екологічні, техногенні, медико-біологічні, військові й інші ризики. В екології вирішальне значення мають проблеми безпеки людини і навколишнього середовища, що пов'язано з можливістю виникнення екологічного ризику. Проблема оцінки екологічного ризику займалась багато як вітчизняних, так і зарубіжних фахівців (*Danylyshyn*, 2008; *Kozlovskyi*, 2010; *Kaletnik et al.*, 2011; *Patoka*, 2018; *Koziuk et al.*, 2020). Проте питання ідентифікації екологічних ризиків у системі еколого-економічної безпеки потребує подальших досліджень.

Матеріали та методи

Ідентифікація ризиків для території та населення полягає в систематичному виявленні й вивченні екзогенних та ендогенних екологічних ризиків, характерних для окремого регіону чи виду діяльності. При цьому, визначаються: небезпеки, котрі становлять загрозу; зона ураження території, кількість населення та ресурси підприємств, які можуть постраждати; фактори, що впливають на ймовірність реалізації ризику; розмір можливого збитку. У багатьох випадках найбільш корисною й ефективною є багаторівнева ідентифікація ризиків. На першому або попередньому етапі при визначенні галузі діяльності ризику можна ідентифікувати на вищому рівні, спочатку розподіливши пріоритети з докладною ідентифікацією рівнів та застосувати

дані аналізу для групи пріоритетних сфер (Stepanov, 2015).

Результати дослідження та обговорення

Збиток від виникнення екологічних ризиків зростає у зв'язку з поширенням негативного впливу на навколишнє природне середовище. За допомогою правових механізмів регулювання відповідальності збиток повністю або частково переноситься на заподіювача і стає для нього джерелом ризику. Більш точно здійснити розмежування видів ризику можливо за допомогою об'єктно-суб'єктного підходу. У рамках останнього виділяються суб'єкт ризику, який слугує його джерелом, й об'єкт, що зазнає негативного впливу та потребує захисту. У результаті їх взаємодії суб'єкт безпеки завдає об'єкту збиток при переході з безпечного

у небезпечний стан.

Формування економіко-екологічного ризику відбувається упродовж шести послідовних етапів. Ризикоутворюючі чинники першого рівня обумовлені особливостями ведення господарської діяльності, вони можуть спричиняти екологічні ризики, які, у разі їх прояву, призводять до заподіяння шкоди довкіллю і штрафних санкцій з боку природоохоронних органів. Негативні зміни середовища, у свою чергу, є ризикоутворюючими факторами другого рівня, котрі провокують виникнення господарських ризиків для реципієнтів, діяльність яких залежить від стану природи та економічного ризику цивільно-правової відповідальності для підприємця, якщо в результаті зміни наслідків його діяльності у довкіллі реципієнти зазнають збитків (рис. 1).

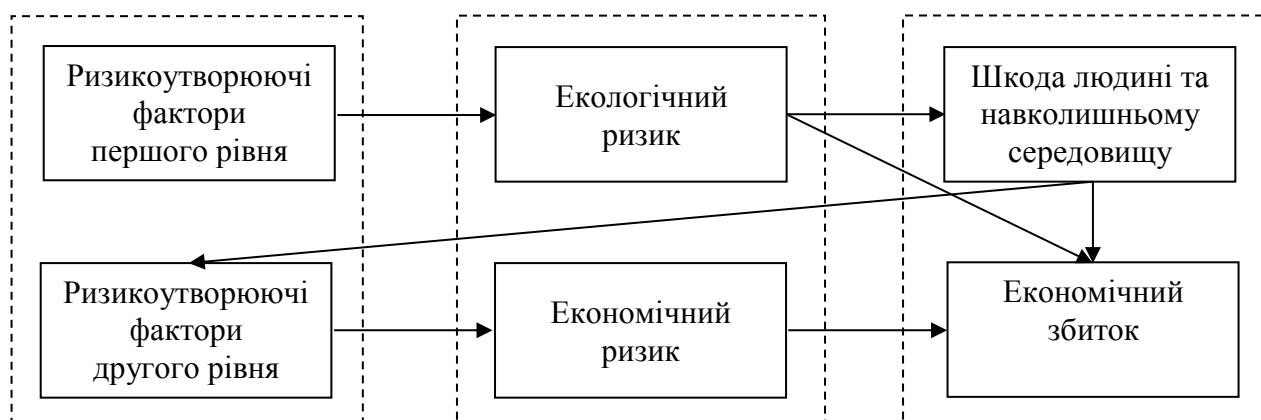


Рис. 1. Процес формування еколого-економічного ризику

Джерело: розроблено на основі (Danylyshyn, 2008).

Комплексний підхід передбачає гарантування безпеки складних технічних систем, громадян і навколишнього природного середовища за критеріями ризику і стійкості та розробку на їх основі національних і міжнародних нормативних документів з класифікації та регламентації дій щодо запобігання й пом'якшення наслідків аварій та катастроф. Як вже зазначалося, вона може трактуватися на різних рівнях: просторовому, часовому, компонентному тощо.

Принципово нові загрози, що виникають і реалізуються в сучасних інституціональних умовах, та виклики безпеки стають не лише об'єктом досліджень, але і постійними діючими чинниками життя людини, суспільства і держави. Перехід до нового етапу формування і реалізації державної політики в галузі безпеки можливий на

основі ризику. Методи аналізу й управління комплексною безпекою за кількісними критеріями ризиків дають змогу сформулювати єдину методологічну базу державної політики. При цьому, під ризиками розуміють комплексні показники небезпек, загроз і викликів, виявлених через імовірність виникнення негативних, несприятливих, кризових і катастрофічних ситуацій, з одного боку, та математичні очікування збитків внаслідок цих подій – з іншого.

Перша складова ризиків належить до визначених часових інтервалів (найчастіше – рік або година), друга може вимірюватися понад десятьма параметрами (економічними, людськими, матеріальними, екологічними, часовими, просторовими). На першому етапі

формування і реалізації державної політики у сфері комплексної безпеки з великої кількості запропонованих можуть застосовуватися два типи ризиків:

- життєдіяльності: індивідуальні – стосуються окремої особи, колективні (соціальні) – співтовариства;
- економічні – абсолютні (у гривневому вимірі) або відносні (частка ВВП, ВРП).

Наукові завдання аналізу ризиків є обов'язковими при розробці теорії безпеки, ризиків, а також методів, алгоритмів, розрахункових і розрахунково-експериментальних програм визначення ризиків та критеріальних величин, створенні єдиної методологічної бази щодо прогнозу, моніторингу й управління ними, побудови відповідних карт на різних рівнях функціонування держави. Завдання державного управління комплексною безпекою полягає у закріпленні на директивному рівні обов'язкового дотримання основними державними структурами науково обґрунтованих критеріїв прийнятних і неприпустимих ризиків (*Danylyshyn, 2008*).

Особливо уразливі до катастрофічних природних явищ найбільші міста світу, де стрімко зростає кількість населення, проте несвоєчасна інженерно-технічна підготовка їх територій обумовлює значні руйнування і збитки внаслідок стихійних лих. Проблема загострюється, оскільки на їх територіях, одночасно із небезпечними природними, спостерігаються природно-антропогенні явища, обумовлені їх впливом на навколишнє природне середовище. До таких належать сейсмічність, опускання території, підтоплення, розвиток фізичних (вібраційних, теплових, електричних тощо) полів, що завдають також великих збитків.

Заходи щодо зниження ризиків і пом'якшення наслідків катастроф мають стати елементом державного планування соціально-економічного розвитку країн. Проекти та інвестиційні програми, пов'язані з урбанізацією, будівництвом, освітою, соціальним забезпеченням, охороною здоров'я, страхуванням, повинні містити науково обґрунтовану стратегію кількісного аналізу й зменшення небезпеки. Ухвалюючи рішення про інвестування в райони, схильні до природних небезпек, варто зважати на ризик, а витрати на його запобігання або зниження включати до економічного аналізу. Саме такий підхід може забезпечити управління й

регулювання природних катастроф та дотримання вимог сталого розвитку.

Для проведення політики прийнятного ризику в Україні необхідна докорінна зміна всієї виконавчої і законодавчої системи управління безпекою загалом. Концепцію реагування і подолання негативних наслідків у навколишньому середовищі, відповідно до якої здійснювалося управління безпекою в політиці абсолютної безпеки, змінено на їх передбачення і попередження. Необхідними стали широко-масштабні теоретичні й експериментальні наукові дослідження у цій галузі, розробки на їх основі законодавчої бази і створення відповідної структури виконавчої влади.

Перехід у політиці гарантування безпеки від принципу абсолютної безпеки чи нульового ризику до забезпечення його прийнятного рівня – це нове ефективне рішення для багатьох галузей. Воно визначило напрями подальшого розвитку соціально-економічної системи країни загалом. Досвід високорозвинених держав у сфері гарантування безпеки демонструє, що вирішення проблеми попередження надзвичайних ситуацій потребує значних матеріальних затрат, які через підвищення безпекового рівня мають тенденцію до суттєвого зростання. В умовах обмеженості наявних ресурсів, незалежно від їх обсягу, важливого значення набуває оцінка їх ефективного й оптимального розподілу для зниження ризику від певного виду небезпеки. Тому проблема гарантування безпеки переважно визначається економічними законами і політичними рішеннями.

Дані про надзвичайні ситуації в Україні впродовж 1997–2019 рр. підтверджують високий рівень природної і антропогенної небезпеки через значну кількість і масштаби наслідків аварій, катастроф і стихійних лих, які все більше загрожують населенню, навколишньому середовищу та економіці. Ризик виникнення НС природного і антропогенного характеру зростає, він є значно більшим для населення України, і, згідно з розрахунками, середній рівень індивідуального ризику в нашій державі на 1,5–2 порядки перевищує допустимий, прийнятий у розвинених країнах. Загальний економічний збиток від НС за рік досягає 3–4 % валового внутрішнього продукту (*Danylyshyn, 2008*).

У процесі здійснення реформ в Україні, які ведуть до зміни форм власності, в тому числі на потенційно небезпечних об'єктах і виробництвах,

державне управління ризиком аварій і катастроф послабшало. Пріоритет економічних показників господарської діяльності над показниками безпековими призвів до інших результатів, ніж очікувалося. Створення надійної основи потребує більших зусиль у галузі зниження ризику та пом'якшення наслідків НС природного й антропогенного характеру.

Управління ризиком – процес оптимального розподілу затрат на зниження різних видів ризику в умовах обмежених економічних ресурсів суспільства, що обумовлює досягнення найвищого можливого рівня безпеки населення і навколишнього середовища в наявних економічних і соціальних умовах. Методичним апаратом для реалізації такого управління є системний аналіз. До елементів управління ризиком як природних, так і антропогенних небезпечних явищ належать: зонування території за ступенем небезпеки; організація її господарського освоєння з урахуванням ризику; регулярний моніторинг небезпечних явищ; адекватні освіта, навчання та інформування населення; спорудження захисних засобів; оперативна протидія небезпечному явищу (за допомогою усіх можливих) з боку адміністрації, в тому числі і до виникнення. Тому необхідним є створення системи управління ризиком з метою забезпечення стійкого розвитку суспільства, тобто безпеки людини і навколишнього середовища в умовах підвищення якості життя кожного індивідуума.

Оскільки неможливо запобігти багатьом стихійним лихам, то зменшення збитків і втрат від них стає важливим елементом державної політики країни, що повинна включати прогнозування і своєчасне попередження громадян про загрози. За розрахунками міжнародних експертів, витрати на ці заходи приблизно у 15 разів менші порівняно з відвертеним збитком (Zinovchuk, 2015).

Проблема зниження ризиків і пом'якшення наслідків НС природного і антропогенного характеру в Україні має першочергове значення і належить до пріоритетної сфери гарантування національної безпеки. Її вирішення потребує невідкладних заходів (протягом найближчих 5–10 років) щодо збереження умов для стійкого розвитку економіки країни і здатності економіки до розширеного відтворення. Проблема має міжвідомчий та міжрегіональний характер і потребує комплексного підходу на державному

рівні, підвищення відповідальності органів влади та керівників.

По суті, на основі екологічного ризику формується сценарій можливого несприятливого розвитку ситуації з негативним зовнішнім ефектом. Такий підхід до ідентифікації економіко-екологічного ризику включає три етапи, на одному з яких він виявляє свій вплив. Виходячи з цього, визначається позиція суб'єкта господарської діяльності щодо ризику, ступінь керованості процесом і здійснюється вибір стратегії управління у разі ризикових ситуацій – превентивної, оперативної або компенсаційної.

У процесі трансформації ризиків у навколишньому природному середовищі їх характеристики можуть змінюватися. З позицій існування безперервного економіко-екологічного ризику, що об'єднує сукупність локальних ризиків, можливо виявити потенційні джерела і реципієнтів екологічного ризику та нівелювати невизначеність (Kozlovskiy et al., 2017).

Загроза екологічній безпеці виникає в обох випадках: при нанесенні збитку реципієнту його інтерналізація створює загрозу безпеці підприємств-забруднювачів; у разі, якщо винний не встановлений, відсутність інтерналізації загрожує безпеці реципієнта. Виділяють два основних види екологічного ризику залежно від його спрямованості:

- об'єктний – виникає внаслідок негативного впливу інших господарюючих суб'єктів (негативні зміни навколишнього природного середовища, в результаті діяльності господарюючих суб'єктів; економічні збитки через такі зміни, пов'язані з іншими господарюючими об'єктами);
- суб'єктний – обумовлений його власним впливом, що призводить до екологічної відповідальності (негативний вплив на довкілля; поширення негативних змін останнього на природні об'єкти; нанесення шкоди здоров'ю і збитки в результаті зміни навколишнього середовища).

При цьому, суб'єктні екологічні ризики формуються у внутрішньому середовищі підприємства, а джерело об'єктних – зовнішнє середовище. Але при виникненні екологічної відповідальності суб'єкт господарської діяльності може бути як об'єктом екологічної безпеки, так і джерелом негативного екологічного впливу. Такий ризик вважають *бінарним*, він реалізується після трансформації у навколишньому

природному середовищі в межах того ж господарського суб'єкта, де і виник спочатку. Джерелом бінарних екологічних ризиків та їх кінцевим реципієнтом є один суб'єкт підприємницької діяльності. Вони формуються внаслідок поширення впливу, якого зазнає довкілля, спричиняючи ризики.

В Україні ще не сформувалася національна політика екологічного управління в її європейській системній цілісності державної, громадської і корпоративної (бізнесової) екологічних складових (Kozlovskyi, 2010). Нині домінує система управління в галузі охорони навколишнього природного середовища, повноваження і функції якої визначені законом України. Держава фактично монополізувала екологічну відповідальність, що призвело до послаблення функцій природокористувачів – суб'єктів господарювання і власників землі, основних засобів виробництва. Наявні суперечності між масштабами зміни власності (приватизації) і збереженням, домінуванням адміністративної відповідальності за екологічну шкоду (Kaletnik et al., 2012). Цей чинник стримує процес формування національної системи екологічного управління на європейських засадах. За сучасних умов вирішення накопичених упродовж тривалого періоду екологічних проблем потребує інших політичних та економічних реалій.

У процесі реалізації стратегічного управління екологічними ризиками провідна роль належить стратегічній екологічній оцінці (CEO) як складовій горизонтального законодавства ЄС. Така оцінка є систематичним процесом підтримки ухвалення рішень, що повинні враховувати аспекти охорони навколишнього середовища та сталого розвитку загалом при розробці стратегічних документів. Директива 2001/42/ЄС Європейського Парламенту і Ради від 27 червня 2001 року про оцінку впливу окремих планів і програм на довкілля забезпечує високий рівень його охорони та інтеграцію екологічних аспектів у процес підготовки й ухвалення відповідних матеріалів щодо сталого розвитку. Згідно з цим документом необхідно проводити оцінку впливу останніх на навколишнє природне середовище.

За своїм характером стратегічне управління ризиками є комплексним, має екологічну, антропогенну й природну складові та спрямоване на зниження інтегрального ризику, обумовленого впливом небезпечних чинників. З іншого боку,

експертне середовище виявляє беззаперечні переваги застосування CEO:

1. Підготовка більш стійкого з екологічного погляду проєкту, вдосконалення проєктних рішень, що покращує загальний стан навколишнього середовища і сприяє оптимальному розташуванню об'єкта. Розроблений належним чином проєкт може також мінімізувати ризик захворюваності, внаслідок певної діяльності, а також витрати на лікування або компенсації.

2. Відповідність екологічним вимогам запобігає порушенням, зменшує шкоду, заподіяну навколишньому природному середовищу, що загалом знижує ймовірність санкцій і штрафів.

3. Скорочення капітальних та експлуатаційних витрат: існує ймовірність значного зростання витрат, якщо екологічні проблеми не розглянуті, не попереджені чи не зведені до мінімуму на початковому етапі проєктування. Це може призвести до суттєвих витрат, спрямованих на подолання негативного впливу, згортання потужностей підприємства, аби зменшити навантаження на довкілля. Екологічне оцінювання необхідно розпочинати на першому етапі проєктного циклу, щоб мінімізувати надалі ймовірність значних витрат.

4. Скорочення часу і витрат на затвердження проєкту: за умови врахування екологічних аспектів, що були враховані до подання документу на затвердження, ймовірність затримок суттєво знижується.

5. Належне сприйняття проєкту громадськістю: можливе за участі громадськості у процесі його обговорення (Kaletnik et al., 2011).

Як зазначалося вище, запровадження CEO в Україні зіткнулося з низкою обмежень та перепон політичного, економічного, організаційного й інституціонального характеру, серед яких людський фактор та обмеженість фінансування цього процесу. Проте стратегічне управління екологічними ризиками, яке існувало досі, абсолютно неприйнятне в нових умовах розвитку національної економіки та процесів імплементації європейського законодавства. В Україні до сьогодні немає офіційно затвердженої методології проведення CEO, проте в окремих областях її застосовано у стратегіях розвитку на період до 2020 рр. (Дніпропетровська й Запорізька). Така методологія ґрунтується на досвіді країн ЄС та Канади і включає шість етапів: підготовчий; визначення сфери охоплення CEO; оцінку екологічної ситуації на території регіону;

проведення CEO (оцінка запропонованих стратегією завдань та заходів щодо їх впливу на довкілля й відповідність національним і регіональним екологічним цілям); розроблення документації з CEO та передачу її на затвердження; моніторинг фактичного впливу впровадження стратегії на довкілля.

Висновки

Ефективність і контрольованість процесу управління ризиками антропогенного й природного характеру у державі має забезпечуватися розгалуженою інфраструктурою механізмів регулювання безпеки на основі нормативно-правових, організаційно-адміністративних, інженерно-технічних, економічних та інших методів регулювання, у тому числі й CEO. Важливо при цьому визначити джерела фінансового забезпечення попередження і ліквідації НС, котрими є цільові бюджетні асигнування, резервний фонд Кабінету Міністрів України, державні запаси матеріально-технічних ресурсів, страхування екологічних ризиків, фонди охорони навколишнього природного середовища. Однак, через невідповідність фінансування і використання коштів, економічний механізм попередження та реагування на НС природного й антропогенного походження є не досить ефективним. За таких умов пріоритетності набуває проблема формування стабільних бюджетних та нових нетрадиційних джерел фінансування заходів гарантування безпеки. Питання фінансової забезпеченості стосуються й CEO. Так, реалізуючи відповідний проєкт у межах стратегії розвитку для Дніпропетровської області, робоча група відзначила необхідність залучення додаткових фінансових ресурсів, якщо основні витрати не покривають використання адекватних підходів та інструментів аналізу вихідного стану довкілля. Проте отриманий досвід сприятиме більш ефективному плануванню й заощадженню коштів у перспективі.

References

Danylyshyn, B. (Ed.). (2008). Bezpeka rehioniv Ukrainy i stratehiia yii harantuvannia. T. 1. Pryrodno-tekhnohenna (ekolohichna) bezpeka [Security of the regions of Ukraine and strategy of its guarantee]: u 2-kh t. Kyiv : Nauk. dumka [in Ukrainian].

Kaletnik, G. M., Zabolotnyi, G. M. & Kozlovskiy, S. V. (2011). Innovative models of

strategic management economic potential within contemporary economic systems. *Actual Problems of Economics*, 4 (118), 3–11.

Kaletnik, H. M., Kozlovskiy, S. V. & Kozlovskiy, V. O. (2012). Stiikist ekonomiky yak faktor bezpeky ta rozvytku derzhavy [Sustainability of the economy as a factor of security and development of the state]. *Ekonomika Ukrainy*, 7, 16–25 [in Ukrainian].

Koziuk, V., Hayda, Y., Dluhopolskyi, O. & Kozlovskiy, S. (2020). Ecological performance: ethnic fragmentation versus governance quality and sustainable development. *Problemy ekorozwoju – Problems of sustainable development*, 15 (1), 53–64.

Kozlovskiy, S. V. (2010). Stratehichnyi analiz rozvytku rehionalnykh ekonomichnykh system [Strategic analysis of the development of regional economic systems]. *Efektivna ekonomika*, 4. Retrieved from <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=178> [in Ukrainian].

Kozlovskiy, S., Grynuk, R., Baltremus, O. & Ivashchenko, A. (2017). The methods of state regulation of sustainable development of agrarian sector in Ukraine. *Problems and Perspectives in Management*, 15 (2-2), 332–343. Retrieved from [https://doi.org/10.21511/ppm.15\(2-2\).2017.03](https://doi.org/10.21511/ppm.15(2-2).2017.03) [in Ukrainian].

Patoka, I. (2018). Uporiadkuvannia metodiv ekosystemnoho vyznachennia zbytkiv vid nehatyvnykh naslidkiv hospodariuvannia na mistsevomu rivni [Organizing Ecosystem Methods for Determining Losses from Negative Local Economic Impacts]. *Ekonomika pryrodokorystuvannia i stalyyi rozvytok*, 6, 56–62. Retrieved from http://ecops.kiev.ua/doi/DOI_6_2019.html [in Ukrainian].

Pro osnovni zasady (stratehiu) derzhavnoi ekolohichnoi polityky na period do 2020 roku [About the basic principles (strategy) of the state ecological policy for the period till 2020]: № 2818-VI. (2010). Retrieved from <http://zakon5.rada.gov.ua/lavs/show/2818-17> [in Ukrainian].

Stepanenko, A. V. (2018). Ekolohichna modernizatsiia ekonomiky v dyskursi chetvertoi promyslovoi revoliutsii. [Ecological Modernization of the Economy in the Discourse of the Fourth Industrial Revolution]. *Ekonomika pryrodokorystuvannia i stalyyi rozvytok*, 1-2, 15–19. Retrieved from http://ecops.kiev.ua/doi/DOI_1-2_2018.html [in Ukrainian].

Stepanenko, A. V. (2018). Intehratsiia ekonomichnoi ta ekolohichnoi polityky v konteksti

ekolohichnoi bezpeky [Integration of Economic and Environmental Policy in the Context of Environmental Security]. *Ekonomika pryrodokorystuvannia i stalyyi rozvytok*, 3-4, 49–55. Retrieved from http://ecops.kiev.ua/doi/DOI_3-4_2018.html [in Ukrainian].

Stepanov, V. N. (2015). Otsenka riskov v proyektakh ekologizatsii ekonomiki (metodologicheskiye i metodicheskiye osnovy) [Risk

assessment in economical greening projects (methodological and methodological bases)]. Odessa [in Ukrainian].

Zinovchuk, N. V. (2015). Ekolohichna bezpeka suchasnoho ahrarnoho zemlekorystuvannia v Ukraini [Ecological security of modern agricultural land use in Ukraine]. *Visnyk Zhytomyr. nats. ahroekol. un-tu*, 1 (48), 182–192 [in Ukrainian].

Правила для авторів, які подають матеріали до наукового журналу «НАУКОВІ ГОРИЗОНТИ» • SCIENTIFIC HORIZONS»

«Наукові горизонти» є науковим фаховим виданням, що видається 12 разів на рік, в якому друкуються статті з таких основних напрямів: аграрні науки та продовольство, ветеринарна медицина, механічна інженерія, міжнародні відносини, публічне управління та адміністрування, соціальні та поведінкові науки, управління та адміністрування.

Редакційна колегія збірника приймає до друку наукові статті українською та англійською мовами, що відповідають вимогам п. 3 Постанови Президії ВАК України від 15.01.2003 р. № 7-05/1 «Про підвищення вимог до фахових видань, внесених до переліків ВАК України» та Наказу МОНУ України № 32 від 15.01.2018 р. «Про затвердження Порядку формування Переліку наукових фахових видань України».

Структура статті:

1. Індекс УДК (виключка по лівому краю).

2. Назва статті повинна відповідати її змісту (об'єм не більше 12 слів), (виключка по центру, прописними літерами, напівжирним шрифтом).

3. Ініціали та прізвища авторів (виключка по центру). Після прізвищ авторів слід позначити арабськими цифрами (індексами зверху) відповідність установам, в яких вони працюють.

4. Електронна адреса авторів (виключка по центру).

5. Повна офіційна назва та юридична адреса установи авторів (виключка по центру).

6. Анотація англійською мовою (не менше 1800 знаків, включаючи ключові слова) із зазначенням ініціалів та прізвищ авторів, назви статті, повної офіційної назви та юридичної адреси установи. Якщо стаття англійською мовою, то резюме подається, відповідно, українською та російською мовами.

Анотація мовою статті (не менше 1800 знаків, включаючи ключові слова). Анотація має бути інформативною (не містити загальних слів), структурованою (слідувати логіці викладення статті) та змістовною (розкривати основні результати досліджень). Перше речення – вступ (актуальність), друге та третє – коротко характеризує мету та методи досліджень, останнє – перспективи подальших досліджень. Результати досліджень займають близько 70 % об'єму анотації. Анотація не повинна бути перенасичена цифровим матеріалом, а також не містити аббревіатури, виноски та посилання. Переклад на

англійську мову має бути професійним без використання інтернет-ресурсів для перекладачів.

7. Ключові слова: 4–7 слів або словосполучень повинні відповідати змісту статті та не дублюватися у заголовку (курсив, виключка по ширині).

8. Текст статті (вирівнювання по ширині).

Виклад основного матеріалу здійснюється у такому порядку: *вступ; матеріали та методи; результати досліджень та обговорення; висновки.*

У *вступній частині* слід висвітлити сучасний стан проблеми на вітчизняному та світовому рівнях та дати аналіз останніх досліджень і публікацій з посиланнями на наукові видання за останні 5–10 років.

У розділі *матеріали та методи* необхідно розкрити загальну методiku проведених досліджень, навести використані методи. У теоретичних роботах розкрити методи розрахунків та гіпотези досліджень. Щодо загально-відомих методів, то досить дати посилання на літературне джерело. Імовірність відмінностей показників отриманих даних слід обґрунтувати статистичним аналізом, посилаючись на конкретні методи, і вказати, за допомогою якої програми було зроблено статистичний аналіз одержаних результатів.

У розділі *результати досліджень та обговорення* необхідно представити основний матеріал дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Табличний або графічний матеріал обов'язково наводити з результатами статистичної обробки даних. Джерела посилань розміщують під таблицями та рисунками.

Висновки мають повно і конкретно відображати результати досліджень, відповідати меті та назві статті, дослівне дублювання в анотації неприпустиме.

9. References (виключка по ширині).

Транслітерований список використаної літератури слід подавати непронумерованим, латиницею (в стилі *APA – American Psychological Association*, (<http://www.apastyle.org/>), в алфавітному порядку згідно з вимогами світових реферативних баз даних, з індексами DOI, наведеними на сайті <https://www.crossref.org>.

Транслітерувати український (російський) алфавіт латиницею потрібно відповідно до постанови КМУ від 27.01.2010 № 55. Іншомовні

літературні джерела наводять мовою оригіналу. Для автоматичної транслітерації можна також скористатися сайтом <http://translate.meta.ua/ua/translit/>.

Посилання на літературу необхідно подавати у круглих дужках по тексту (Ivashchenko, 2017). Використані джерела, позначені в дужках, необхідно розташовувати за роками, а не за алфавітом, а для одного року – за алфавітом (Ivashchenko, 2017; Romanchuk, 2018; Bondareva, 2019). В одних дужках не наводити більше 3 джерел. Якщо у джерелі два автори, то слід зазначати (Dudka & Mushyk, 2016), а більше двох авторів – (Malecka et al., 2012).

У списку літератури мають бути посилання на джерела, що мають індекси DOI (не менше 30 %). Слід уникати самоцититування (не більше 10 %). Небажано використовувати інтернет-публікації, окрім наукових, тези доповідей, звіти, автореферати та дисертації (джерела мають бути доступними). Окремо необхідно подати список використаної літератури мовою оригіналу, оформлений відповідно до стандартів бібліографічного опису (ДСТУ 8302:2015).

Датою отримання рукопису вважається дата надходження його до редакції. У разі одержання рукопису, оформленого з порушенням цих правил, редакція залишає за собою право його не приймати, про що повідомляє авторів.

Англійський варіант статті приймається лише за умови її фахового перекладу. У разі надсилання англійського варіанту, перекладеного за допомогою інтернет-перекладачів (наприклад, Google), матеріали будуть відхилені.

Рукопис статті слід подавати у форматі doc., виконаною у редакторі Microsoft Word (будь-яка версія). Обсяг статті – до 12 сторінок тексту формату А4 (210x297 мм), включаючи таблиці, ілюстративний матеріал і бібліографічний список. Параметри сторінки: орієнтація книжкова; поля – 20 мм з усіх боків. Параметри абзацу: відступ першого рядка (абзац) – 0,7 см, шрифт – гарнітура Times New Roman, розмір шрифту – 14 pt, інтервал – 1,0, вирівнювання – по ширині сторінки. Не допускається використання таких елементів форматування, як «розрив розділу з нової сторінки» та колонтитул.

Таблиці, рисунки, графіки, формули подаються після посилання на них у тексті і мають бути пронумеровані арабськими літерами (орієнтація книжкова). Всі аббревіатури слід розшифровувати. У таблицях слова повинні бути написані повністю та вірно розставлені переноси. Примітки розміщуються безпосередньо під таблицею. Формули мають бути написані у редакторі Equation Editor, змінні

математичні величини у тексті відповідно до формул набираються курсивом. Рисунки повинні бути розташовані по центру, обтікання зображення текстом не дозволяється, спосіб заливки «Узор» у чорно-білих тонах. Всі розмірності фізичних величин повинні подаватися відповідно до Міжнародної системи одиниць (СИ). Між одиницями виміру та символами і цифрами, до яких вони належать, ставиться нерозривний пробіл.

Статті направляються до редколегії тільки у електронному вигляді. Назви файлів повинні відповідати прізвищу автора. Наприклад: Іванчук_Стаття, Іванчук_Відомості. Окремим файлом до статті додаються відомості про авторів двома мовами: прізвища, імена, по батькові, назви і поштові адреси установ, де виконано роботу, а також контактні телефони, електронні адреси та ідентифікаційні номери ORCID кожного з авторів статті. Наукові статті, що надійшли до редколегії, обов'язково проходять подвійне незалежне рецензування провідними спеціалістами у відповідній галузі науки. У разі повернення статті на доопрацювання, автор має врахувати всі зауваження редколегії. Рукописи, відхилені редакційною колегією, авторам не повертаються. Стаття, не рекомендована рецензентом до публікації, до повторного розгляду не приймається.

Якщо стаття прийнята до друку, автор має підписати угоду про передачу авторських прав. Угода надсилається на поштову (оригінал) або електронну адресу (сканована копія) редакції журналу. Остаточне рішення про опублікування статті приймає редколегія журналу.

Адреса редколегії:

Т. М. Тимошук

тел.: (096) 493–30–24, e-mail: schor.znau@gmail.com
(агрономія, ветеринарна медицина, екологія, захист і карантин рослин, лісове господарство, садівництво та виноградарство, садово-паркове господарство, технологія виробництва і переробки продукції тваринництва);

Н. О. Куровська

тел.: (096) 680–02–95, e-mail: kurovska@gmail.com
(агроінженерія, галузеве машинобудування, економіка, маркетинг, менеджмент, міжнародні економічні відносини, облік і оподаткування, підприємництво, публічне управління та адміністрування, торгівля та біржова діяльність, фінанси, банківська справа та страхування)

Житомирський національний
агроекологічний університет,
бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна