

ISSN 2311-2379

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

# **ВІСНИК**

**Харківського національного університету  
імені В. Н. Каразіна**

**Серія «Економічна»**

**Випуск 97**

# **BULLETIN**

**of V. N. Karazin Kharkiv National University**

**Economic Series**

**Issue 97**

**Заснована 1966 року**

**Харків – 2019**

Вісник присвячений дослідженню актуальних проблем економічної науки та підприємництва в сучасних соціо-економічних системах.

Для викладачів, наукових працівників, спеціалістів бізнес структур і державного управління, аспірантів і студентів економічних та інших спеціальностей.

Вісник є фаховим виданням у галузі економічних наук (наказ Міністерства освіти і науки України №241 від 09.03.2016 р.)

Затверджено до друку рішенням Вченої ради Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна (протокол № 13 від 23 грудня 2019 р.)

#### Редакційна колегія:

**Меркулова Т.В.** – головний редактор, доктор екон. наук, проф., ХНУ імені В.Н. Каразіна (*Харків, Україна*);  
**Глуценко О.В.** – відп. секретар, доктор екон. наук, проф., ХНУ імені В.Н. Каразіна (*Харків, Україна*);

**Беренда С.В.** – к.е.н., доц., ХНУ імені В.Н. Каразіна (*Харків, Україна*);  
**Біткова Т.В.** – к.е.н., доц., ХНУ імені В.Н. Каразіна (*Харків, Україна*);  
**Давидов О.І.** – к.е.н., проф., ХНУ імені В.Н. Каразіна (*Харків, Україна*);  
**Євтушенко В.А.** – к.е.н., доц., ХНУ імені В.Н. Каразіна (*Харків, Україна*);  
**Задорожний Г.В.** – д.е.н., проф., ХНУ імені В.Н. Каразіна (*Харків, Україна*);  
**Кононова К.Ю.** – д.е.н., проф., ХНУ імені В.Н. Каразіна (*Харків, Україна*);  
**Матвійчук А.В.** – д.е.н., проф., ДВНЗ «КНЕУ ім. В. Гетьмана» (*Київ, Україна*);  
**Пуртов В.Ф.** – к.е.н., доц., ХНУ імені В.Н. Каразіна (*Харків, Україна*);  
**Соболев В.М.** – д.е.н., проф., ХНУ імені В.Н. Каразіна (*Харків, Україна*);  
**Соколовська З.М.** – д.е.н., проф., ОНПУ (*Одеса, Україна*);  
**Ставицький А.В.** – к.е.н., доц., КНУ імені Тараса Шевченка (*Київ, Україна*);  
**Хмельков А.В.** – кандидат наук з держ. управління, доц., ХНУ імені В.Н. Каразіна (*Харків, Україна*);  
**Янцевич А.А.** – д.фіз.-мат.н., проф., ХНУ імені В.Н. Каразіна (*Харків, Україна*);  
**Александр Січінава** – д.е.н., проф., Грузинський технічний університет (*Тбілісі, Грузія*);  
**Вікторія Вернон** – к.е.н., доц., коледж Державного університету Нью-Йорка (*Нью-Йорк, США*)  
**Павел Староста** – доктор наук, професор (факультет економіки та соціології), Лодзький Університет (*Лодзь, Польща*);  
**Тітомир О.С.** – технічний секретар, ст. викладач, ХНУ імені В.Н. Каразіна (*Харків, Україна*).

Адреса редколегії:  
61002, м. Харків, вул. Мironosytskaya, 1,  
економічний факультет  
Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна  
Тел. (057) 707 51 94, (057) 706 13 96,  
ec-science@karazin.ua  
<http://periodicals.karazin.ua/economy/index>

Статті пройшли рецензування методом «double-blind».  
Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 22516-12416ПП від 26.12.2016

© Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, 2019

The bulletin is devoted to actual problems of economic science and entrepreneurship in modern socio-economic systems.

For teachers, researchers, employees of business structures and public administration, students of economic and other specialties.

The bulletin is a specialized publication in the field of Economic Sciences (Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine No. 241, 09.03.2016)

Approved for publication by the Academic Council of V. N. Karazin Kharkiv National University (protocol No. 13 from 23.12.2019)

#### Editorial board:

**Merkulova T.V.** – Chief Editor, D.Sc. (Economics), Prof., V. N. Karazin Kharkiv National University (*Kharkiv, Ukraine*);  
**Hlushchenko O.V.** – Executive Secretary, D.Sc. (Economics), Prof., V. N. Karazin Kharkiv National University (*Kharkiv, Ukraine*);

**Berenda S.V.** – Ph.D.(Economics), Assoc. Prof., V. N. Karazin KhNU (*Kharkiv, Ukraine*);  
**Bitkova T.V.** – Ph.D. (Economics), Assoc. Prof., V. N. Karazin KhNU (*Kharkiv, Ukraine*);  
**Davydov O.I.** – Ph.D. (Economics), Assoc. Prof., V. N. Karazin KhNU (*Kharkiv, Ukraine*);  
**Yevtushenko V.A.** – Ph.D. (Economics), Assoc. Prof., V. N. Karazin KhNU (*Kharkiv, Ukraine*);  
**Zadorozhny G.V.** – D.Sc. (Economics), Prof., V. N. Karazin KhNU (*Kharkiv, Ukraine*);  
**Kononova K.Y.** – D.Sc. (Economics), Prof., V. N. Karazin KhNU (*Kharkiv, Ukraine*);  
**Matviichuk A.V.** – D.Sc. (Economics), Prof., SHEI KNEU named after V. Hetman (*Kyiv, Ukraine*);  
**Purtov V.F.** – Ph.D. (Economics), Assoc. Prof., V. N. Karazin KhNU (*Kharkiv, Ukraine*);  
**Sobolev V.M.** – D.Sc. (Economics), Prof., V. N. Karazin KhNU (*Kharkiv, Ukraine*);  
**Sokolovska Z. M.** – D.Sc. (Economics), Prof., ONPU (*Odessa, Ukraine*);  
**Stavytskyi A.V.** – Ph.D. (Economics), Assoc. Prof., Taras Shevchenko National University of Kyiv (*Kyiv, Ukraine*);  
**Khmelkov A.V.** – Ph.D. (Public Administration), Assoc. Prof., V. N. Karazin KhNU (*Kharkiv, Ukraine*);  
**Yantsevich A.A.** – D.Sc. (Mathematics and Physics), Prof., V. N. Karazin KhNU (*Kharkiv, Ukraine*);  
**Alexander Sichinava** – D.Sc. (Economics), Prof., Georgian Technical University (*Tbilisi, Georgia*)  
**Victoria Vernon** – Ph.D. (Economics), Assoc. Prof., Empire State College of the State University of New York (*New York, United States*);  
**Pawel Starosta** – Dr. hab., Prof. (Faculty of Economics and Sociology), University of Lodz (*Lodz, Poland*);  
**Titomyr O.S.** – Technical Secretary, Senior Lecturer, V. N. Karazin KhNU (*Kharkiv, Ukraine*).

Address:  
61002, str. Mironosytskaya 1, Kharkiv, Ukraine,  
School of Economics  
V. N. Karazin Kharkiv National University  
Phone: (057) 707 51 94, (057) 706 13 96,  
ec-science@karazin.ua  
<http://periodicals.karazin.ua/economy/index>

Articles have been reviewed by double-blind method.

© V.N. Karazin Kharkiv National University, 2019

# ЗМІСТ

## ЕКОНОМІЧНА ТЕОРІЯ

<i>О.В. Носова, Т.Ю. Носова</i> ЕФЕКТИ ІННОВАЦІЙ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПРАЦІ В КОМПАНІЇ (англійською)	6
<i>О.М. Луцків</i> СВІТОВИЙ ТА ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД РЕАЛІЗАЦІЇ МОДЕЛІ ІНКЛЮЗИВНОГО РОЗВИТКУ	16

### **МОДЕЛЮВАННЯ, ІМІТАЦІЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ Й УПРАВЛІННІ**

<i>Т.В. Біткова, Т.В. Меркулова, А.А. Янцевич</i> СИСТЕМНО-ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ ПОДАТКОВОЇ ПОВЕДІНКИ З УРАХУВАННЯМ РОЗПОДІЛУ ДОХОДІВ	21
<i>Е.О. Коєпак, Ф.І. Орлов</i> ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО НАВЧАННЯ І РЕГРЕСІЙ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЦІНИ ЛЕГКОВОГО АВТО	31

## РЕГІОНАЛЬНА ЕКОНОМІКА

<i>В.М. Даніч, І.В. Старчак</i> ДИНАМІКА РЕГІОНАЛЬНИХ РИНКІВ ЖИТЛОВОЇ НЕРУХОМОСТІ В УКРАЇНІ	41
<i>М.Г. Слоква</i> РЕГІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ ТРАНСФОРМАЦІЇ НАУКОВО-ОСВІТНЬОГО ПОТЕНЦІАЛУ В УКРАЇНІ	50

## ФІНАНСИ, БАНКІВСЬКА СПРАВА ТА СТРАХУВАННЯ

<i>К.Ю. Кононова, А.О. Дек</i> ВУГЛЕЦЕВИЙ СЛІД МАЙНІНГУ БІТКОІНА	63
<i>Н.О. Гребенюк, О.В. Доценко</i> СУЧАСНІ КРИПТОГРАФІЧНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ ВЕДЕННЯ БІЗНЕСУ (англійською)	71

## СТУДЕНТСЬКІ СТУДІЇ

<i>М.В. Довга</i> ВПЛИВ ІНСТИТУТУ КОНТРОЛЮ НА ВАЛОВИЙ ВНУТРІШНІЙ ПРОДУКТ КРАЇНИ	77
---	----

## CONTENT

### ECONOMIC THEORY

<i>Olga Nosova, Tetiana Nosova</i>	6
THE INNOVATIONS EFFECTS AT COMPANY'S LABOUR PRODUCTIVITY	
<i>Olena Lutskiv</i>	16
WORLD AND EUROPEAN EXPERIENCE OF INCLUSIVE DEVELOPMENT MODEL REALIZATION (In Ukrainian)	

### MODELLING, SIMULATION AND INFORMATION TECHNOLOGIES IN ECONOMICS AND MANAGEMENT

<i>Tatiana Bitkova, Tamara Merkulova, Artem Yantsevich</i>	21
SYSTEM DYNAMICS MODEL OF TAX BEHAVIOR TAKING INTO ACCOUNT INCOME DISTRIBUTION (In Ukrainian)	
<i>Elvira Kovpak, Fedir Orlov</i>	31
COMPARATIVE ANALYSIS OF MACHINE LEARNING MODELS AND REGRESSIONS FOR CAR PRICE PREDICTION (In Ukrainian)	

### REGIONAL ECONOMY

<i>Vitaly Danich, Iryna Starchak</i>	41
DYNAMICS OF REGIONAL RESIDENTIAL REAL ESTATE MARKETS IN UKRAINE (In Ukrainian)	
<i>Maryna Slokva</i>	50
REGIONAL FEATURES OF TRANSFORMATION OF SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL POTENTIAL IN UKRAINE (In Ukrainian)	

### FINANCE, BANKING AND INSURANCE

<i>Kateryna Kononova, Anton Dek</i>	63
BITCOIN MINING CARBON FOOTPRINT (In Ukrainian)	
<i>Natalia Grebeniuk, Oleksii Dotsenko</i>	71
MODERN CRYPTOGRAPHIC TOOLS FOR DOING BUSINESS	

### STUDIA STUDIOSUM

<i>Marharyta Dovha</i>	77
THE INFLUENCE OF THE INSTITUTE OF CONTROL ON THE GROSS DOMESTIC PRODUCT OF THE COUNTRY (In Ukrainian)	

## СОДЕРЖАНИЕ

### ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ

<i>О.В. Носова, Т.Ю. Носова</i>	6
ЭФФЕКТЫ ИННОВАЦИЙ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА В КОМПАНИИ (на английском)	
<i>Е.Н. Луцкив</i>	16
МИРОВОЙ И ЕВРОПЕЙСКИЙ ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ МОДЕЛИ ИНКЛЮЗИВНОГО РАЗВИТИЯ (на украинском)	

### МОДЕЛИРОВАНИЕ, ИММИТАЦИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОНОМИКЕ И УПРАВЛЕНИИ

<i>Т.В. Биткова, Т.В. Меркулова, А.А. Янцевич</i>	21
СИСТЕМО-ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НАЛОГОВОГО ПОВЕДЕНИЯ С УЧЕТОМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДОХОДОВ (на украинском)	
<i>Э.А. Ковпак, Ф.И. Орлов</i>	31
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ И РЕГРЕССИЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЦЕНЫ ЛЕГКОВОГО АВТО (на украинском)	

### РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА

<i>В.Н. Данич, И.В. Старчак</i>	41
ДИНАМИКА РЕГИОНАЛЬНЫХ РЫНКОВ ЖИЛОЙ НЕДВИЖИМОСТИ В УКРАИНЕ (на украинском)	
<i>М.Г. Слоква</i>	50
РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА В УКРАИНЕ (на украинском)	

### ФИНАНСЫ, БАНКОВСКОЕ ДЕЛО И СТРАХОВАНИЕ

<i>Е.Ю. Кононова, А.О. Дек</i>	63
УГЛЕРОДНЫЙ СЛЕД МАЙНИНГА БИТКОИНА (на украинском)	
<i>Н.А. Гребенюк, А.В. Доценко</i>	71
СОВРЕМЕННЫЕ КРИПТОГРАФИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ БИЗНЕСА (на английском)	

### СТУДЕНЧЕСКИЕ СТУДИИ

<i>М.В. Довга</i>	77
ВЛИЯНИЕ ИНСТИТУТА КОНТРОЛЯ НА ВАЛОВЫЙ ВНУТРЕННИЙ ПРОДУКТ СТРАНЫ (на украинском)	

## ЕКОНОМІЧНА ТЕОРІЯ

УДК 331.101

DOI: 10.26565/2311-2379-2019-97-01

**Olga Nosova, Tetiana Nosova**V.N. Karazin Kharkiv National University  
4 Svobody Sq., 61022, Kharkiv, UkraineE-mail: [olganos59@gmail.com](mailto:olganos59@gmail.com), [tasya.n@gmail.com](mailto:tasya.n@gmail.com)ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5638-6294>, <https://orcid.org/0000-0003-1757-4505>

## THE INNOVATIONS EFFECTS AT COMPANY'S LABOUR PRODUCTIVITY

The paper deals with the analysis of innovations effects on labour productivity, work quality, work contracts. Innovations are the basic factors in the growth of labour productivity. The innovations growth provides the release of labor force in low-tech sectors of the economy, the redistribution of workers in favor of high -tech sectors of the economy with high value added, and a major source of improving the welfare of the population and development of society. The methodology includes the interdisciplinary approach application based on institutional analysis, human resource management and comparative economics methods. The systematization of the basic approaches including systemic innovation system, the permanent organizations, innovation diffusion concept and etc. expand the object of study, and allows finding new directions in the study of the interdependence between innovations and labour productivity. The study of Ukrainian economic performance indicators of public R&D expenditures, innovation expenditures, employment in medium to high-tech manufacturing and high-tech services confirms decrease in public spending. The recent studies emphasize the main transformation in the world of work in terms of the labour market, social dialogue, and conditions of work, wages and incomes, and effects on the middle class. The strong institutions play significant role in the process of knowledge accumulation, creation well-functioning market system, institutional and infrastructure development. They are fully consistent with high employment and dynamic labour market functioning. The information technologies development contributes into the average annual growth of labour productivity in a range of the developed countries. The directions of preconditions for innovative development and the formation of partnerships and links between education, business, science, and innovation are proposed.

**Keywords:** labour productivity, innovations, labour costs, work contracts.**JEL Classification:** J08, J21, J24.**О.В. Носова, Т.Ю. Носова**Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна  
пл. Свободи, 4, м. Харків, 61022, УкраїнаE-mail: [olganos59@gmail.com](mailto:olganos59@gmail.com), [tasya.n@gmail.com](mailto:tasya.n@gmail.com)ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5638-6294>, <https://orcid.org/0000-0003-1757-4505>

## ЕФЕКТИ ІННОВАЦІЙ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПРАЦІ В КОМПАНІЇ

У статті розглядаються ефекти впливу інновацій на продуктивність праці, якість роботи та трудові контракти. Інновації – це основні фактори зростання продуктивності праці. Збільшення інновацій забезпечує вивільнення робочої сили у низько технологічних галузях економіки, перерозподіл робітників на користь високотехнологічних секторів економіки з високою частиною доданої вартості, а також головного джерела покращення добробуту населення та розвитку суспільства. Методологія дослідження включає застосування міждисциплінарного підходу, заснованого на використанні інституціонального аналізу, управління людськими ресурсами та методу економічної компаративістики. Систематизація основних підходів, включаючи системну інноваційну систему, постійну організацію, концепцію дифузії інновацій тощо розширює об'єкт дослідження та дозволяє знаходити нові напрямки у вивченні взаємозалежності між інноваціями та продуктивністю праці. Дослідження економічних показників державних витрат на НДДКР, витрат на інновації, зайнятість у виробництві середніх та високотехнологічних технологій та високотехнологічних послуг підтверджує зменшення державних витрат на НДДКР. Останні дослідження підкреслюють основну трансформацію у світі праці з точки зору ринку праці, соціального діалогу та умов праці, заробітної плати та доходів та впливу на середній клас. Сильні інститути відіграють значну роль у процесі накопичення знань, створенні добре функціонуючої ринкової системи, розвитку інституцій та

інфраструктури. Вони повністю забезпечують високу зайнятість та динамічне функціонування ринку праці. Розвиток інформаційних технологій сприяє середньорічному зростанню продуктивності праці в цілому в країнах, що розвиваються. Запропоновано напрямки передумов інноваційного розвитку та формування партнерських відносин та зав'язків між освітою, бізнесом, наукою та інноваціями.

**Ключові слова:** продуктивність праці, інновації, витрати на оплату праці, трудові контракти.

**JEL Classification:** J08, J21, J24.

**О.В. Носова, Т.Ю. Носова**

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина

пл. Свободы, 4, г. Харьков, 61022, Украина

E-mail: [olgano59@gmail.com](mailto:olgano59@gmail.com), [tasya.n@gmail.com](mailto:tasya.n@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5638-6294>, <https://orcid.org/0000-0003-1757-4505>

## ЭФФЕКТЫ ИННОВАЦИЙ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА В КОМПАНИИ

В статье рассматриваются эффекты влияния инноваций на производительность труда, качество работы и трудовые контракты. Инновации рассматриваются в качестве основного фактора роста производительности труда. Увеличение инноваций обеспечивает высвобождение рабочей силы в низко технологичных отраслях экономики, перераспределение рабочих в пользу высокотехнологичных секторов экономики с высокой долей добавленной стоимости, а также главного источника улучшения благосостояния населения и развития общества. Методология исследования включает применение междисциплинарного подхода, основанного на использовании институционального анализа, управления человеческими ресурсами и метода экономической компаративистики. Систематизация основных подходов, включая системной инновационной системы, постоянной организации, концепции диффузии инноваций и т.д., расширяет объект исследования и позволяет находить новые направления в изучении взаимозависимости между инновациями и производительностью труда. Изучение экономических показателей взаимозависимости государственных расходов и НИОКР, затрат на инновации, занятости в секторах производства средних и высокотехнологичных технологий и высокотехнологичных услуг подтверждает уменьшение доли государственных расходов на НИОКР. Современные исследования подчеркивают, что основу трансформации в сфере труда обеспечивает развитие рынка труда, социального диалога и условий труда, заработной платы и доходов, а также влияния на средний класс. Сильные институты играют значительную роль в процессе накопления знаний, в создании хорошо функционирующей рыночной системы, развитии институтов и инфраструктуры. Они полностью обеспечивают высокую занятость и динамичное функционирование рынка труда. Развитие информационных технологий способствует в среднем ежегодному росту производительности труда в развитых странах. Предложены направления предпосылок инновационного развития и формирования партнерских отношений и взаимосвязей между образованием, бизнесом, наукой и инновациями.

**Ключевые слова:** производительность труда, инновации, затраты на оплату труда, трудовые контракты.

**JEL Classification:** J08, J21, J24.

**Statement of the problem.** The article analyses the innovations effects on labour productivity, work quality, and work contracts. The spread of innovations and its application in high-tech sectors stimulate labour productivity growth, reduction old working places with low productivity and creation new industries with high value added products. The study aims to add to existing body of knowledge and to provide proposals for improvement of the legislative and the regulatory framework, the standards, the methods of calculation and the measurement of the labour productivity.

The innovation system concept has come to play a major role in efforts to shape public policies to better support innovation and economic growth (Lundwall, 2007). The innovations penetrate as a concept, as institutions, as creativity, channeled through temporary and permanent organisations, shaping markets and dialoguing with entrepreneurship, and as embedded in places and networks (Bathelt et al., 2017). The innovation policy supports innovation – diffusion, analyses the current knowledge phenomenon, and explores important challenges facing contemporary societies (Fagerberg, 2007).

Technological progress leads to higher productivity and economic growth, improves working conditions and wages, but it can also result in more rapid changes to firms and industries. The policy of enhancing innovation growth in Ukraine will lead to the creation new products; as a result stimulate production, and emergence new workplaces. The information technology boom has

significant impact on labour force in favour of skilled labour increase with higher productivity comparing with unskilled labour.

The literature review demonstrates that without complementary investments, it will not be possible to fully benefit from the advantages of ICT capital for productivity growth. The preconditions for innovative development are human capital investment, education, and institutional settings. The formation of partnerships and links between education, business, science, and innovation can contribute to stimulating the demand for labor.

The development of rules, norms, and institutions in the society provide the basis for social dialogue in society concerning conditions for labour contracts, wage, regulatory framework, management and etc. Innovations stimulate labour productivity increase and result in the share of skilled labour rise and decrease of unskilled labour. The labour legislation improvement, elimination regulatory barriers for business, development of retraining programs direct labour productivity increase, and create incentives for workers.

**Analysis of recent studies and publications.** Innovation is regarded as a basic driving force in the process of narrowing gaps with developing countries in global economy. Innovation is considered as important precondition towards a transition into self-sustaining innovation led – growth economy. Effective innovation system includes firms, research centers, R&D institutions which provide new goods creation, new processes and new knowledge.

The economic analysis of recent studies draws attention to a number of works considering direct and indirect innovation effects on labour productivity. An economic model ensuring a decent pay of its balanced formation (Kulikov, 2008) based on innovations rise. It leads to investment, value added, labour productivity, savings and demand increase. The upsurge in wages leads to higher demand, and, consequently, to the creation new workplaces. Bogliciano, Pianta (Bogliciano & Pianta, 2009) make an analysis of economic performances in European industries. Authors explain the results of different innovation models, with strong specificities of the four revised Pavitt classes (i.e. "Science Based industries", "Scale and Information Intensive industries", "Specialised Suppliers industries" and "Suppliers Dominated industries"). Scientists proposed policies aiming at greater labor productivity growth may have to take into account the different mechanisms resulting from technological and cost competitiveness strategies. These strategies have the different relevance in industry groups. Preenen et al. (Preenen et al., 2015) suggest that internal labour flexibility practices benefit both labour productivity and innovation performance of companies. Researchers should make efforts to introduce new processes. If innovation and labour productivity are considered key to long-term survival, firms it means that policymakers should consider internal labour flexibility practices.

Dykha et al. (Dykha et al., 2017) claim the necessity of the basic principles fulfilment of the investment-innovation strategy. In order to achieve the goals of effective implementation such policy and obtain the results for ensuring labor productivity growth authors propose the priorities for public finance allocation, measures enhancing the development of venture capital and high-tech production stimulation. Innovation policy needs to be tailored to the position of Ukraine relative to the technology frontier because the institutions and policies that support "locally new" innovation through imitation, adoption and adaptation are not necessarily the same as those that favour "globally new", leading-edge innovation. Innovation activities in countries behind the technology frontier, such as Ukraine, focus mainly on the adaptation of machinery, equipment and software. The share of expenditure on machinery, equipment and software in total innovation expenditure in Ukraine is within the normal range for the EU new member States (Majcen et al, 2009).

Matteo et al. (Matteo et al. 2012) make research of labour productivity growth and ICT capital development of a sample of 14 OECD countries between 1995 and 2005. Authors receive overall results which indicate that capital accumulation was the main driving force of labour productivity growth. This study also found that ICT capital seems to produce an opposite effect on labour productivity growth: an increase through capital accumulation and a decrease through technological change. The results prove that without complementary investments, it will not be possible to fully benefit from the advantages of ICT capital for productivity growth.

Recent studies in labour economics underline the main transformation in the world of work over the last 20 years in terms of the labour market, social dialogue, and conditions of work, wages and incomes, and effects on the middle class (Vaughan-Whitehead et al., 2016). Strong institutions are not only "the building blocks of just societies" but can be, if well designed, fully consistent with high employment and dynamic economies (Berg, 2015). The information technologies contribute into the



average annual growth of labour productivity in a range of countries. The impact of IT on the system transformation of social labour relations defines by a set of parameters (Grishnova & Kostenko, 2014). The following section emphasizes the importance of innovations and effective national strategy, institutions setting, enforcing labor productivity growth and overcoming backwardness and economic instability of the country.

**Statement of the objectives of the article.** The article deals with the analysis of the effects of innovations at company's labour productivity. The methodology includes the interdisciplinary approach application based on institutional analysis, human resource management and comparative economics methods. The systematization of the basic approaches including systemic innovation system, the permanent organizations, innovation diffusion concept and etc. expand the object of study, and allows finding new directions in the study of the interdependence between innovations and labour productivity.

**Presentation of the basic material.** The study of the Ukrainian labour market demonstrates that it is dynamically developed, but it isn't homogeneous. It distinguishes with the following peculiarities: cheap labour force, lowest minimum wage, high voluntary unemployment, misbalance of demand and supply of labour force, absence motivation for workers and etc. Unemployment rate in Ukraine calculated as percentage to the economically active population aged 15 – 70 is 8,8% in 2018, for European Union countries – aged 15-74 equals 6,8 % (Economic Activity of Population in Ukraine 2018, 2019). This indicator demonstrates the existence of the deep social economic problems at the labour market, especially high unemployment rate at the group from 18 to 28 ages workers. The number of unemployed people reached 1.6 million. The unemployment rate, by the ILO measure, was 9.0%, and among people of working age it was 9.4% of the economically active population. Among young people aged up to 25 years, the unemployed rate was twice as much as the national average – 21.8% of the economically active population. The unemployment rate in urban areas was 8.9% and 9.2% in rural areas. Among men, the figure was 9.9% and among women – 8.0%. The study of the State Statistics Service shows that, the real unemployment rate in Ukraine is the same as in EU – 7.3%. For example, in Poland, where massive amount of Ukrainians went to work, the percentage of unemployed is 13% of the economically active population.

Ukraine is at about half or two thirds of the European Union in terms of public R&D expenditures, innovation expenditures, employment in medium to high-tech manufacturing and high-tech services. The positive or at least moderate performance in these indicators is in stark contrast to the level of broadband penetration, business R&D expenditures, public funding of innovations and high-tech exports (European Innovation Scoreboard, 2009).

The study of the labour market in Ukraine highlights the growing discrepancy between skilled and unskilled labour force. Denisova (Denisova, 2005) estimated the wage gap between skilled and unskilled workers at 20 percent in 1991-2001. Among observable explanations, education has the largest explanatory power: it accounted for 20-30 percent of the wage gap in 1995 and 50 percent in 2002. Additionally, employment in manufacturing industries, except the metals industry, tends to increase the wage gap, albeit modestly.

Gianella, Tompson (Gianella & Tompson, 2007) find out that market concentration has a negative and highly significant impact on labor productivity growth: a one percentage point decline in the Herfindahl-Hirschmann indexes is associated with an increase in labor productivity growth of 0.2-0.3%. Authors assert that high levels of market concentration and weak competition are partly a product of Ukraine's inherited economic structure, but they are also, in large measure, the result of misguided policies.

The infrastructure developments, investment in education, job training and retraining programs have significant impact on country's social performance. Ukraine is ranked 71 among 190 economies in the ease of doing business, according to the latest World Bank annual ratings. The rank of Ukraine improved to 71 in 2018 from 76 in 2017. Ease of Doing Business in Ukraine averaged 112.36 from 2008 until 2018, reaching an all-time high of 152 in 2011 and a record low of 71 in 2018 (Ease of Doing Business in Ukraine, 2019). The existing trade-off between the needs for technological upgrading and regulatory reform make priority task creation attractive business environment. Regulatory reforms should be prioritized in precisely those areas with potential for medium and long-term growth. The aim would be to remove sector specific, institutional obstacles to growth without creating new distortions. This would require addressing failures in inadequate training and investment in human capital in these areas, as well as designing technology-, sector- or area-specific

investment promotion packages with due care not to give unfair advantages to specific types of investors. A challenge for Ukrainian policymakers is to balance horizontal and vertical regulatory reforms, as well as balancing horizontal with technology-specific innovation policy programmes. The complementary character for regulatory reforms and innovation policy measures directs toward speeding economic reforms in Ukraine. The system of technical regulations hinders modernization through its complexity, lack of self-regulation, obsolescence and huge scope for administrative discretion (Innovation Performance Review of Ukraine, 2013).

The main factors contributing to the growth of total factor productivity are structural reforms in the economy, as well as a decrease in the share of the shadow economy. The labor market reform includes the liberalization of labor legislation which expands employment and creates more jobs. Labor Code should regulate narrow section of the relationship between employer and employee and provide balance the interests of employers and employees (Nosova, 2018). The current labour policy directs promoting the employment; presenting assistance in educating or retraining; stimulating the creation of a flexible labor market. The priorities of reforming the Ukrainian labor market are: improving the wage system; the expansion of opportunities for the public to get official, basic and additional-income; social support of certain groups; improving the quality and competitiveness of the labor force; promoting effective and reasonable movement of the labor force; preventing the growth of unemployment by creating jobs through various sources of funding; implementation of release and redistribution mechanisms; restructuring of the economy and rising domestic production.

According to the assessment of the Top-10 innovative countries ranking by the Bloomberg Innovation Index 2019 Ukraine takes 53<sup>th</sup> place (table 1) in 2019 comparing to 46<sup>th</sup> place in 2018.

Table 1

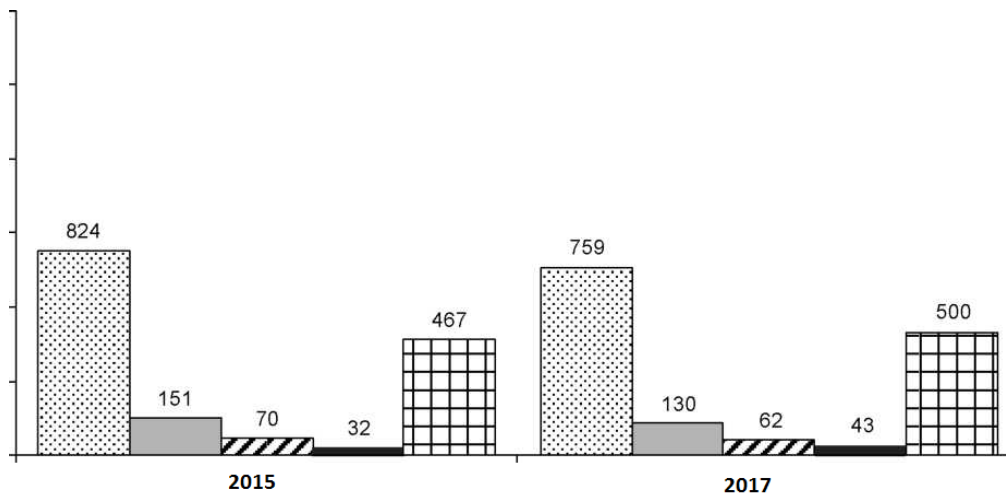
**The Ranking of the Top-10 Innovative Countries by the Bloomberg Innovation Index in 2019**

Rating place (Dynamics comparing with previous year)	Country	Average for all criteria	R&D expenditure in relation to GDP	Value added	Labour productivity	The number of high-tech enterprises	Efficiency of higher education and the percentage of graduates	Concentration of researchers	Patent activity
1(0)	South Korea	87,38	2	2	18	4	7	7	20
2(+2)	Germany	87,30	7	3	24	3	14	11	7
3(+4)	Finland	85,57	9	16	5	13	9	8	5
4(+1)	Switzerland	85,49	3	4	7	8	13	3	27
5(+5)	Israel	84,78	1	33	8	5	36	2	4
6(-3)	Singapore	84,49	13	5	11	17	1	13	14
6(-3)	Sweden	84,15	4	15	9	6	20	5	25
8(+3)	USA	83,21	10	25	6	1	43	28	1
9(-3)	Japan	81,96	5	7	22	10	39	18	10
10(-1)	France	81,86	12	41	13	2	11	20	15
53(-7)	Ukraine	48,5	54	58	60	37	28	46	35

Source: Bloomberg Innovation Index 2019. (Viens, 2019)

Country is worsening position in the labour productivity to 60<sup>th</sup> place comparing 50<sup>th</sup> place in 2018. Ukraine was the worst in labour productivity which shows low level of applied technologies and production of goods with low added value, has got to three outsiders on technological possibilities (58th place) and takes 54th place in the level of expenses for research and development in gross domestic product. At the same time, it holds the 28th place in higher education efficiency and 35th in

patent activity, meaning it has the potential for development. Ukraine is continuing provide efficient higher education and provide qualified graduates for the labour market.



**Fig. 1. Innovation Activity of Industrial Enterprises in Ukraine in 2015 and 2017 (number)**

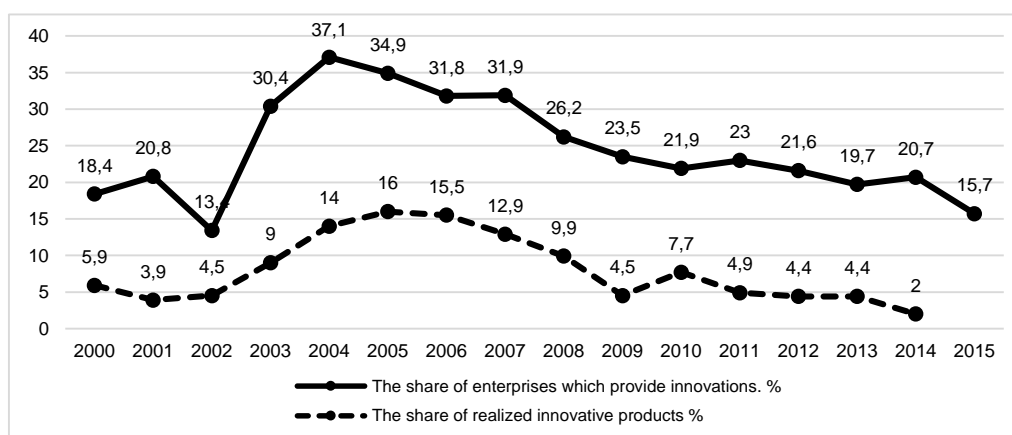
Source: (State Statistics Service of Ukraine, 2019)

The data figure 1 demonstrates that the industrial enterprises continue provide policy for enhancing innovation activity in Ukraine. Despite the fact that some indicators of innovation activity decrease, we can mark the positive trend in innovation development. The number of industrial enterprises providing innovation activity decreases from 824 in 2015 to 759 in 2017 in Ukraine, spent money for internal R&D falls from 151 to 130, spent money for external R&D drops from 70 to 62. Encouraging trend demonstrates that the spent money on the acquisition of other external knowledge increases from 32 to 43, and spent money for buying machines, equipment and software rises from 467 to 500.

According to the State Statistics Service data, in 2017, the IT sector accounted for more than 3 percent of gross domestic product, and the industry's total revenue exceeded \$ 3.5 billion, which is comparable to the high-tech sector output. A comprehensive new report into the Ukrainian IT industry produced by tech service provider N-iX estimates that IT industry currently accounts for 20 % of Ukraine's overall service sector exports. The sector is growing an annual rate of 26 %, with approximately at 4000 IT companies active in the country. Ukraine is currently home to over 100 international research and development centers and counting, while there are an estimated 2000 startup companies. The Ukrainian IT industry is currently growing at a rate of approximately 30, 000 specialists workplaces per graduates with necessary skills to feel these vacancies, whereas the country's universities and institutes of higher education are only producing 16,000 (Ukraine IT Industry Overview, 2019).

Firm-level surveys show that more than 20 percent of firms in many developing countries rate inadequate skills and education of workers as a major or severe obstacle to their operations. Regulation of labour markets is usually intended to help workers, but can also be a significant constraint on firms (World Development Report, 2005).

Saha (Saha, 2015) argues that one attractive option can be the establishment of "cluster councils" for successful business clusters. These councils require little government involvement and not only help to improve communication between companies and government, but also magnify the visibility of success stories to potential investors. Rusnak and Prokhorchuk (Rusnak & Prokhorchuk, 2018) propose specific initiatives to accelerate the development and implementation of "innovation laws"; to review the list and content of the existing scientific and technical programs with the purpose of more consideration of the world tendencies and their adaptation to the needs of the national economy; to develop an innovation monitoring system.



**Fig. 2. Development of innovative processes in the volume of industry (%)**

Source: (State Statistics Service of Ukraine, 2019)

The market situation remains tense and is characterized by a decrease in demand for labor in Ukraine. The main trends in the labor market could be defined by extremely low employment rate. The employment rate is 56.9%, including 57.6% in urban areas and 55.5% in rural. Employment rates among men were higher than among women – 62.5% and 51.9% respectively. Despite depressed growth of unemployment, the unemployment rate remains high, especially among young people. Industrial production indices decrease to 87 % in 2015 in comparison to 89.9 % in previous year in Ukraine (Ukraine in figures 2016).

Muthusamy, Rasid (Muthusamy & Rasid, 2018) propose managers to carry out an internal audit on existing internal training program and career development program for skilled employees. They consider these measures will help to improve managers ability to recruit, build skill and retain the skilled employees.

Innovation activities in Ukraine are largely financed from internal resources (70% of innovative companies in 2011), although their share of total innovation expenditure has declined since 2005 (from 87.7% in 2005 to 52.9% in 2010). The share of state budgetary funds remains negligible, at around 1%. The structure of innovation expenditure is dominated by the purchase of machinery, equipment and software (73%), which contributes to technological catch-up. Internal R&D expenditure represents 5.8%, external R&D and other knowledge inputs 2.3% and 1.7%, respectively (UAH 246.6 million (Statistical Yearbook: Research and Innovation in Ukraine 2011, 2012). The structure of R&D expenditure was industry specific (medium to medium-low technology and resource intensive sectors), with internal R&D activities concentrated in the machinery and chemical industries, and demand for external R&D and other knowledge inputs in metallurgy and machine tools (Innovation Performance Review of Ukraine, 2013).

Some authors underline the main transformation in the world of work over the last 20 years in terms of the labour market, social dialogue, and conditions of work, wages and incomes, and effects on the middle class (Vaughan-Whitehead et al., 2016). Strong institutions are not only “the building blocks of just societies’ but can be, if well designed, fully consistent with high employment and dynamic economies (Berg, 2015). The information technologies contribute into the average annual growth of labour productivity in a range of countries. The impact of IT on the system transformation of social labour relations defines by a set of parameters (Grishnova & Kostenko, 2014).

The UNIDO assessment of the Competitive Industrial Performance in 2018 Ukraine is ranked 64<sup>th</sup> with score 0,0407 among 150 countries. (Ukraine Competitiveness Rank, 2019) Ukraine enters the group of emerging industrial economies. Attraction inflow of new technologies and their dissemination lead to labour productivity increase per capita, and country’s competitiveness improvement. The diffusion of advanced technologies support an increase in country’s competitiveness. Technological diffusion contributes to greater competitiveness in manufacturing, the country’s institutions, infrastructure, human capital, business environment and other factors must also be conducive to structural change (Rodrik, 2018). Government policy supporting education and

retraining programs affects the prospects for individuals – and the ability of firms to enter new markets and adopts new technologies. It also needs to facilitate allocation of labor to its most productive use while helping workers cope with labor mobility. Technological progress that leads to higher productivity and economic growth improves working conditions and wages, but it can also result in more rapid changes to firms and industries. Improving the business climate goes hand in hand with enhancing human capital. A skilled workforce is essential for firms to adopt new and more productive technologies, and a better business environment raises the returns for investment in education. As firms have more opportunities and better access to new technologies, they demand more skilled workers and have stronger incentives to engage in growth-enhancing activities, raising both the private and social returns to education. Technology transfers by multinational firms, and technology adoptions by local firms, require a minimum of human capital and training. New technologies generally require significant organizational changes, which are also handled better by a skilled workforce. Firm's strategy directs towards workers' motivation, new jobs creation, labour efficiency increase and etc. Business regulations improvement can reduce incentives to make new investments, adjust the organization of work to take advantage of new technologies or opportunities, or hire more workers.

**Conclusion.** Regulatory barriers to growing business of any size continue to impede development of competition, entrepreneurship, and productivity increase. The sufficient state policy creates opportunities to improve countries position via the role of competition in spurring innovations. Efficient allocation of resources aims the adoption of micro and macro-economic measures for labor productivity per capita increase, market efficiency and technical efficiency improvement. The new technologies inflow and labor force education and training, will create the basis for innovation breakthrough to the informational society. Lasting a long time growth could be achieved on the basis of elaboration and application of innovations in all spheres of production. Highlighting the priority tasks of economic policy the top-priority investment in R&D and in education, informational network improvement, reduction of labor shedding share in total labour productivity, provide regulatory reform, remove sector specific, institutional obstacles to growth, stimulate transparency and competitiveness for business.

The factors of labour productivity increase are the following: the quality of labour and social-economic conditions for workers, the level technical equipment, and the quality of labour organization. The basic characteristics of the labour costs are the level of qualification, professional knowledge, skills, competences, responsibility, working experience. Modernization of equipment, new kinds of technique use, the efficient resource technologies make up the fundament for stable development of country. The improvement of labour organization includes the application of new progressive forms of management.

#### References

1. Lundwall, B. (2007). National innovation systems – analytical concept and development tool. *Journal Industry and Innovation*, 14, 1, 95-119.
2. Bathelt, H., Cohendet, P., & Henn, S. (2017). *The Elgar companion to innovation and knowledge creation*. Edward Elgar Publishing.
3. Fagerberg, J. (2007). Mission (im)possible? The role of innovation (and innovation policy) in supporting structural change & sustainability transitions. *Working Papers on Innovation Studies 20180216*. Centre for Technology, Innovation and Culture, University of Oslo. Retrieved from <https://ideas.repec.org/p/tik/inowpp/20180216.html>.
4. Kulikov, G. (2008). Ways To Regulate Wages in Ukraine. *Labor and wages*, 29, 4-6.
5. Bogliacino, F., Pianta, M. (2009). The Impact of Innovation on Labour Productivity Growth in European Industries: Does It depend on Firm's Competitiveness Strategies? *IPTS Working Paper on Corporate R&D and Innovation*, No. 13. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/59fa/2a5a07c703186ecdc4a949a88b0988ece507.pdf>.
6. Preenen, P. T. Y., Vergeer, R. A., Kraan, K. O., & Dhondt, S. (2015). Labour productivity and innovation performance: The importance of internal labour flexibility practices. *Economic and Industrial Democracy*. doi: 10.1177/0143831X15572836.
7. Dykha, M., Tanasienko, N. and. Kolisnyk, G. (2017). Ensuring of Labor productivity growth in the context of investment and innovation activity intensification. *Problems and Perspectives in Management*, 15(4), 197-208.
8. Majcen, B., Radosevic, S., Rojec, M. (2009), Nature and Determinants of Productivity Growth of Foreign Subsidiaries in Central and East European Countries. *Economic Systems*, 33(2), 168-184.

9. Matteo, C., Simone, G., Mancuso, P. (2012). ICT Capital and Labour Productivity Growth: A Non-Parametric Analysis of 14 OECD Countries. Retrieved from <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/68642/>.
10. Vaughan-Whitehead, D., Rosalia Vazquez-Alvarez, R., Maître, N. (2016). Is the world of work behind middle-class erosion? DOI: 10.4337/9781786430601.00006.
11. Berg, J. (ed.) (2015). Labour Markets, Institutions and Inequality: Building just societies in the 21st century. Retrieved from <https://www.elgaronline.com/view/edcoll/9781784712099/9781784712099.xml>.
12. Grishnova, O., Kostenko, T. (2014). Information technologies within the system of novel factors of labour productivity growth: trends and paradoxes. *Current Economic Problems*, 2 (152), 462-468.
13. Economic Activity of Population in Ukraine 2018 (2019). Retrieved from [https://ukrstat.org/en/druk/publicat/kat\\_e/2019/zb/zb\\_lfs\\_2018.pdf](https://ukrstat.org/en/druk/publicat/kat_e/2019/zb/zb_lfs_2018.pdf).
14. European Innovation Scoreboard (2009). Comparative Analysis of Innovation Performance. (2009). Retrieved from <http://www.proinno-europe.eu/metrics>.
15. Denisova, A. (2005). Modern problems of system analysis. Informational basics. SPb. Publishing House of the Polytechnic University. (in Russian)
16. Gianella, C., Tompson, W. (2007). Closing the Productivity Gap in Ukraine. Further privatization and competition enhancing reform will stimulate greater dynamism. *OECD Economics Department Working Papers*. [Online], No.57. Retrieved from <http://www.oecd.org>.
17. Ease of Doing Business in Ukraine. (2019). Retrieved from <https://tradingeconomics.com>Ukraine>.
18. Innovation Performance Review of Ukraine. (2013). Retrieved from <https://www.unece.org/fileadmin/DAM/ceci/publications/icp7.pdf>.
19. Nosova, O. (2018). Economic modeling of regional development in Ukraine. *Mind Journal*, 6, 1-18. Retrieved from <https://mindjournal.wseh.pl/ru/articles/nomer-62018.html>.
20. Viens, A. (2019). The 10 most innovative Economies in 2019. Which countries snag this year's top spots, and how much are they investing in R&D? *The World's Most Innovative Economies*. Retrieved from <https://www.visualcapitalist.com/the-10-most-innovative-economies-in-2019/>.
21. State Statistics Service of Ukraine. Retrieved from <http://ukrstat.gov.ua>.
22. Ukraine IT industry overview. (2019). Retrieved from <https://outsourcingreview.org/outsourcing-playbook/it-industry-overview/>.
23. World Development Report. (2005). Retrieved from [http://siteresources.worldbank.org/INTWDR2005/Resources/complete\\_report.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTWDR2005/Resources/complete_report.pdf).
24. Saha, D., Kravchuk, V. (2015). The Industrial Sector of Ukraine: Trends, Challenges and Policy Options. Retrieved from <http://www.beratergruppe-ukraine.de>.
25. Rusnak, A., Prokhorchuk, S. (2018). Innovative Capacity of Ukraine's Economy in the International Context. *Baltic Journal of Economic Studies*, 4, 3. Retrieved from <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2018-4-3-264-270>.
26. Muthusamy, V., Abdul Rasid, S.Z. (2018). Leveraging Human Capital Development for Successful Labour Mix Rationalization and Productivity Growth. *International Journal of Innovation and Business Strategy (IJBS)*. University Technology Malaysia, 10, 2, 46-58.
27. Statistical Yearbook: Research and Innovation in Ukraine 2011 (2012). Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
28. Competitive Industrial Performance Report 2018. (2019). Retrieved from [https://www.unido.org/sites/default/files/files/2019-05/CIP\\_Report\\_2019.pdf](https://www.unido.org/sites/default/files/files/2019-05/CIP_Report_2019.pdf).
29. Ukraine Competitiveness Rank. (2019). Retrieved from <https://tradingeconomics.com/ukraine/competitiveness-rank>.
30. Rodrik, D. (2018). What Do Trade Agreements Really Do? *Journal of Economic Perspectives*, 32, 2, 73-90.

#### Література

1. Lundwall B. National innovation systems – analytical concept and development tool. *Journal Industry and Innovation*. 2007. Vol. 14. Issue 1. P. 95–119.
2. Bathelt H., Cohendet P., Henn, S. The Elgar companion to innovation and knowledge creation. Edward Elgar Publishing. 2017. 840 p.
3. Fagerberg J. Mission (im)possible? The role of innovation (and innovation policy) in supporting structural change & sustainability transitions. *Working Papers on Innovation Studies*. Centre for Technology, Innovation and Culture, University of Oslo. 2007. URL: <https://ideas.repec.org/p/tik/inowpp/20180216.html>.
4. Kulikov G.T. Ways To Regulate Wages in Ukraine. *Labor and wages*. 2008. №29. P. 4–6.
5. Bogliacino F., Pianta M. The Impact of Innovation on Labour Productivity Growth in European Industries: Does It depend on Firm's Competitiveness Strategies? *IPTS Working Paper on Corporate R&D and Innovation*. 2009. No. 13. URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/59fa/2a5a07c703186ecdc4a949a88b0988ece507.pdf>.
6. Preenen, P. T. Y., Vergeer, R. A., Kraan, K. O., & Dhondt, S. (2015). Labour productivity and innovation performance: The importance of internal labour flexibility practices. *Economic and Industrial Democracy*. doi: 10.1177/0143831X15572836.

7. Dykha M.V., Tanasiienko N.P. and. Kolisnyk G.M. Ensuring of Labor productivity growth in the context of investment and innovation activity intensification. *Problems and Perspectives in Management*. 2017. Vol.15(4). P. 197–208.
8. Majcen B., Radosevic S., Rojec M. Nature and Determinants of Productivity Growth of Foreign Subsidiaries in Central and East European Countries. *Economic Systems*. 2009. Vol. 33(2). P.168–184.
9. Matteo C., Simone G., Mancuso P. ICT Capital and Labour Productivity Growth: A Non-Parametric Analysis of 14 OECD Countries.2012. URL: <https://mpira.ub.uni-muenchen.de/68642/>.
10. Vaughan-Whitehead D., Rosalia Vazquez-Alvarez R., Maître N. Is the world of work behind middle-class erosion? 2016. DOI: 10.4337/9781786430601.00006.
11. Berg, J. (ed.) Labour Markets, Institutions and Inequality: Building just societies in the 21st century. 2015. URL: <https://www.elgaronline.com/view/edcoll/9781784712099/9781784712099.xml>.
12. Grishnova O., Kostenko T. Information technologies within the system of novel factors of labour productivity growth: trends and paradoxes. *Current Economic Problems*. 2014. No.2 (152). C. 462–468.
13. Economic Activity of Population in Ukraine 2018 (2019). URL: [https://ukrstat.org/en/druk/publicat/kat\\_e/2019/zb/zb\\_lfs\\_2018.pdf](https://ukrstat.org/en/druk/publicat/kat_e/2019/zb/zb_lfs_2018.pdf).
14. European Innovation Scoreboard, 2009. Comparative Analysis of Innovation Performance. 2009. URL: <http://www.proinno-europe.eu/metrics>.
15. Денисова А.А. Современные проблемы системного анализа. Информационные основы. СПб. Изд-во Политехнического университета. 2005. 296 с.
16. Gianella C., Tompson W. Closing the Productivity Gap in Ukraine. Further privatization and competition enhancing reform will stimulate greater dynamism. *OECD Economies Department Working Papers*. 2007. No.57. URL: <http://www.oecd.org>.
17. Ease of Doing Business in Ukraine, 2019 Ease of Doing Business in Ukraine. 2019. URL: <https://tradingeconomics.com>Ukraine>.
18. Innovation Performance Review of Ukraine. (2013). URL: <https://www.unecce.org/fileadmin/DAM/ceci/publications/icp7.pdf>.
19. Nosova O.V.Economic modeling of regional development in Ukraine. *Mind Journal. Semiannual.*- No 6-Bielsko-Biala, 2018. P. 1–18. URL: <https://mindjournal.wseh.pl/ru/articles/nomer-62018.html>.
20. Viens A. The 10 most innovative Economies in 2019. Which countries snag this year's top spots, and how much are they investing in R&D? *The World's Most Innovative Economies*. 2019. URL: <https://www.visualcapitalist.com/the-10-most-innovative-economies-in-2019/>.
21. Державна служба статистики України. URL: <http://ukrstat.gov.ua>.
22. Ukraine IT industry overview. 2019. URL: <https://outsourcingreview.org/outsourcing-playbook/it-industry-overview/>.
23. World Development Report. 2005. URL: [http://siteresources.worldbank.org/INTWDR2005/Resources/complete\\_report.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTWDR2005/Resources/complete_report.pdf).
24. Saha D., Kravchuk V. Policy Paper . The Industrial Sector of Ukraine: Trends, Challenges and Policy Options. 2015. URL: <http://www.beratergruppe-ukraine.de>
25. Rusnak A., Prokhorchuk S. Innovative Capacity of Ukraine's Economy in the International Context. *Baltic Journal of Economic Studies*. 2018. Vol. 4, No. 3. URL: <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2018-4-3-264-270>.
26. Muthusamy V., Abdul Rasid S.Z. Leveraging Human Capital Development for Successful Labour Mix Rationalization and Productivity Growth. *International Journal of Innovation and Business Strategy (IJBS)*. University Technology Malaysia. 2018. Vol. 10. No. 2. P. 46–58.
27. Statistical Yearbook: Research and Innovation in Ukraine 2011. 2012. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
28. Competitive Industrial Performance Report 2018. 2019. URL: [https://www.unido.org/sites/default/files/files/2019-05/CIP\\_Report\\_2019.pdf](https://www.unido.org/sites/default/files/files/2019-05/CIP_Report_2019.pdf).
29. Ukraine Competitiveness Rank. 2019. URL: <https://tradingeconomics.com/ukraine/competitiveness-rank>.
30. Rodrik D. What Do Trade Agreements Really Do? *Journal of Economic Perspectives*. 2018. Vol. 32, No. 2. P.73–90.

**О.М. Луцків**ДУ «Інститут регіональних досліджень імені М.І. Долишнього НАН України»  
вул. Козельницька, 4, м. Львів, 79020, УкраїнаE-mail: [lutolen@i.ua](mailto:lutolen@i.ua)ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8919-6761>**СВІТОВИЙ ТА ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД РЕАЛІЗАЦІЇ МОДЕЛІ ІНКЛЮЗИВНОГО РОЗВИТКУ**

У статті сформульовані особливості інклюзивної моделі економічного розвитку. Розглянуто різні підходи до визначення сутності інклюзивного типу розвитку економіки. Один з яких визначає інклюзивний розвиток як стійке економічне зростання, основною метою якого є скорочення бідності та нерівності. Другий підхід визначає інклюзивний розвиток як процес розширення залученості населення до створення ВВП, забезпечення рівних можливостей для реалізації свого людського потенціалу незалежно від соціально-економічних умов, статі, місця проживання та етнічних коренів. Метою статі є дослідження світового та європейського досвіду реалізації моделей інклюзивного розвитку, вивчення та узагальнення їх основних орієнтирів та індикаторів. Визначено, що модель інклюзивного розвитку базується на наступних умовах: держава зобов'язана надати можливість кожній людині повноцінно та в повній мірі реалізувати свій потенціал; бути активним та повноцінним членом суспільства; отримувати гідну оплату за результати своєї праці; рівному доступі до результатів праці, який передбачає рівномірний і достатній розподіл результатів праці між найманим працівником, підприємцем і державою через збалансований розмір заробітної плати, прибутків і податків; доступності до високоякісних освітніх і медичних послуг тощо. Проаналізовано особливості американської, європейської, китайської та норвезької моделі інклюзивного розвитку. Виділено їх основні пріоритети та орієнтири соціального захисту. Визначено шляхи досягнення інклюзивного зростання. Проведено аналіз показників економічного зростання, рівня бідності, розшарування населення, соціальних гарантій, соціальних видатків. Тому інвестиції в освіту, вирішення соціальних, національних, культурних, демографічних, екологічних проблем, розвиток охорони здоров'я, науки сприятиме формуванню нової структури економіки, яка буде базуватись на принципах інклюзивності.

**Ключові слова:** інклюзивний розвиток, економічне зростання, нерівномірність доходів, добробут.**JEL Classification:** E64, H00, J21, O51, O57.**Olena Lutskiv**

State Institution "Institute of Regional Research n.a. M.I. Dolishniy of the National Academy of Sciences of Ukraine"

4 Kozelnytska Str., 79020, Lviv, Ukraine

E-mail: [lutolen@i.ua](mailto:lutolen@i.ua)ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8919-6761>**WORLD AND EUROPEAN EXPERIENCE OF INCLUSIVE DEVELOPMENT MODEL REALIZATION**

The article identifies features of an inclusive model of economic development. Different approaches to determining the essence of an inclusive type of economic development are considered. One of which defines inclusive development as sustainable economic growth, whose main purpose is to reduce poverty and inequality. The second approach defines inclusive development as the process of expanding people's involvement in GDP creation, ensuring equal opportunities for realizing their human potential regardless of socio-economic conditions, gender, place of residence and ethnic roots. The purpose of the article is to explore the world and European experience of implementing the models of inclusive development, to study and summarize their main benchmarks and indicators. It has been determined that the model of inclusive development is based on the following conditions: the state is obliged to enable every person to fully realize his or her potential; to be an active member of society; receive decent pay for the results of their work; equal access to work results, which implies a uniform and sufficient distribution of work results between employees, entrepreneurs and the state through a balanced amount of wages, income and taxes; accessibility to high quality educational and medical services, etc. The features of the American, European, Chinese and Norwegian models of inclusive development are analyzed. Their main priorities and guidelines for social protection and inclusion are highlighted. Ways to achieve inclusive



growth are identified. The analysis of economic growth, poverty, population stratification, social guarantees, social expenditures has been carried out. Therefore, investments in education, solving social, national, cultural, demographic, environmental problems, development of health care, science will contribute to the formation of a new economic structure, which will be based on the principles of inclusiveness.

**Keywords:** inclusive development, economic growth, income inequality, well-being.

**JEL Classification:** E64, H00, J21, O51, O57.

**Е.Н. Луцкив**

ГУ «Институт региональных исследований имени М.И. Долишнего НАН Украины»

ул. Козельницкая, 4, г. Львов, 79020, Украина

E-mail: [lutolen@i.ua](mailto:lutolen@i.ua)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8919-6761>

## МИРОВОЙ И ЕВРОПЕЙСКИЙ ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ МОДЕЛИ ИНКЛЮЗИВНОГО РАЗВИТИЯ

В статье сформулированы особенности инклюзивной модели экономического развития. Рассмотрены различные подходы к определению сущности инклюзивного типа развития экономики. Первый определяет инклюзивный тип развития как устойчивый экономический рост, основной целью которого определено сокращение бедности и неравенства. Второй подход определяет инклюзивное развитие как процесс расширения вовлеченности населения в создание ВВП, обеспечение равных возможностей для реализации человеческого потенциала независимо от социально-экономических условий, пола, места жительства и этнических корней. Цель статьи – исследование мирового и европейского опыта реализации моделей инклюзивного развития, изучение и обобщение их основных ориентиров и индикаторов. Определено, что модель инклюзивного развития базируется на следующих условиях: государство обязано предоставить возможность каждому человеку полноценно и в полной мере реализовать свой потенциал; быть активным и полноценным членом общества; получать достойную оплату за результаты своего труда; равном доступе к результатам труда, который предусматривает равномерное и достаточное распределение результатов труда между наемным работником, предпринимателем и государством благодаря сбалансированному размеру заработной платы, прибыли и налогов; доступности высококачественных образовательных и медицинских услуг и т.п. Проанализированы особенности американской, европейской, китайской и норвежской моделей инклюзивного развития. Выделены их основные приоритеты и ориентиры социальной защиты и включения. Определены пути достижения инклюзивного роста. Проведен анализ показателей экономического роста, уровня бедности, уровня расслоения населения, социальных гарантий, социальных расходов. Поэтому инвестиции в образование, решения социальных, национальных, культурных, демографических, экологических проблем, развитие здравоохранения, науки будет способствовать формированию новой структуры экономики, которая будет базироваться на принципах инклюзивности.

**Ключевые слова:** инклюзивное развитие, экономический рост, неравномерность доходов, благополучие.

**JEL Classification:** E64, H00, J21, O51, O57.

**Постановка проблеми.** Основним стратегічним орієнтиром політики багатьох країн світу є стійке економічне зростання. В процесі глобалізації економічні можливості супроводжуються небезпечними ризиками, що зумовлюються нестійкістю потоків капіталу, зростанням боргової залежності, посиленням нерівності, зростанням бідності, нестабільністю фінансового сектора. Такі трансформаційні процеси, що відбуваються в світовій економіці, призводять до зміни і основних пріоритетів і стратегії її розвитку. На сьогоднішній день широкого поширення набуває модель інклюзивного зростання.

**Аналіз останніх досліджень.** Проблема виведення національної економіки з кризи та забезпечення інклюзивного розвитку посідає визначальне місце в дослідженнях, як зарубіжних так і вітчизняних вчених. Окремі аспекти проблеми інклюзивного розвитку висвітлено в працях українських науковців. Серед них слід відзначити: А. Базилюка (Базиліук & Жулин, 2013), Ю. Савельєва (Савельєв, 2017), Л. Федулової (Федулова, 2017) та інших. Однак, не зважаючи на увагу вчених до даної проблематики досягнути інклюзивного розвитку в Україні так і не вдається.

**Метою статі** є дослідження світового та європейського досвіду реалізації моделей інклюзивного розвитку, вивчення та узагальнення їх основних орієнтирів та індикаторів.

**Основні результати дослідження.** Сьогодні більшість провідних науковців переконані, що лише економічного зростання недостатньо, щоб говорити про ефективний розвиток держави. Досягнуті макроекономічні показники країни може свідчити про досягнення високого рівня розвитку, але при цьому значна частина населення не буде «включена» в процес створення ВВП, а відповідно й у розподіл суспільних благ та мати низькі доходи. Результатом цього є розшарування населення та бідність. Саме тому в світі основний акцент робиться на інклюзивну модель економічного розвитку.

Модель інклюзивного зростання основана на тому, що добробут суспільства є багатовимірним поняттям, його рівень не повинен вимірюватися лише стійкими темпами зростання реального ВВП і матеріальними доходами населення. Навіть країни, які мають однаковий рівень середніх доходів населення, можуть істотно відрізнятися за показниками «залученості» і «якості життя», тобто можливості мати роботу, доступності освітніх та медичних послуг, чистоти повітря і питної води, а також рівня соціального захисту і можливості участі кожної людини в житті суспільства (A. de Haan & Thorat, 2013).

Інклюзивний тип розвитку передбачає те, що держава зобов'язана надати можливість кожній людині повноцінно та в повній мірі реалізувати свій потенціал; бути активним та повноцінним членом суспільства; отримувати гідну оплату за результати своєї праці, що у свою чергу дає доступ до можливостей; рівний доступ до результатів праці, який передбачає рівномірний і достатній розподіл результатів праці між найманим працівником, підприємцем і державою через збалансований розмір заробітної плати, прибутків і податків; доступність до високоякісних освітніх і медичних послуг тощо. Серед основних ознак інклюзивної моделі розвитку слід зазначити наступне: скорочення бідності й нерівності; залученість населення до створення ВВП; забезпечення рівних можливостей для реалізації людського; права власності захищаються; функціонування ринків підтримується і регулюється державними інститутами; відкриття власного бізнесу спрощено. Загалом інклюзивний розвиток передбачає модель глобалізації, в умовах якої домінують вирівнюючі інструменти, що приводить до скорочення дисбалансів і рівномірному розподілу соціальних благ та економічного зростання загалом.

Інклюзивний тип економічного зростання визначено і в стратегії «Європа 2020», під яким розуміється розбудова економіки з досягненням високого рівня зайнятості для забезпечення соціальної та територіальної згуртованості (єдності). У Стратегії зазначено, що інклюзивне зростання включає в себе: повне використання трудового потенціалу, зниження бідності та її наслідків, розвиток соціальної залученості, усунення регіональних диспропорцій у Стратегії (Europe 2020, 2010).

В цілому модель інклюзивного розвитку передбачає, що в центрі уваги органів влади є людина і пріоритетними напрямками політики є підтримка їх життєдіяльності, включаючи культуру, освіту, охорону здоров'я, науку, працевлаштування, соціальне забезпечення, творчість. Головна мета економіки в цій моделі – забезпечити життєво важливі потреби кожної людини. Тобто основною ціллю регіональної політики є створення сприятливих умов для життєдіяльності як окремого громадянина, так і населення в цілому. Пріоритетом інклюзивного розвитку є підвищення якості життя населення за рахунок формування економіки з високою зайнятістю та суспільства з його мінімальним розшаруванням. В ідеалі інклюзивне зростання повинен надавати людям рівні можливості для реалізації свого людського потенціалу незалежно від соціально-економічних умов, статі, місця проживання та етнічного походження. Далі розглянемо декілька моделей інклюзивного економічного розвитку. Кожна з цих моделей має свої переваги і недоліки.

*Американська модель* – пріоритетом розвитку є забезпечення рівних можливостей для усіх членів суспільства (США, Китай). Ця модель є надзвичайно стимулюючою створює передумови для розвитку країни через інновації, проте вона не вирішує проблем бідності і розшарування населення за доходами. Так, рівень безробіття у США становить 5,6 % (8,7 млн осіб є безробітними, а 6,8 млн мають роботу з частковою зайнятістю). Якщо проаналізувати соціальні видатки державного бюджету США, то найбільшу частку у структурі видатків бюджету займають видатки на освіту – 35 %, на охорону здоров'я – 9 %, на соціальне забезпечення – 13% (Бирюков, 2017).

Концепція інклюзивного розвитку активно розробляється і в Китаї починаючи з 2011 року. Основною метою інклюзивного розвитку визначено: розповсюдження благ, які генеруються економічним зростанням, серед всіх верств населення, а також – досягнення балансу в

економічному і соціальному прогресі. Основою цієї моделі є розвиток людських ресурсів, досягнення повної зайнятості, підвищення кваліфікації працівників. Ідея інклюзивного зростання в Китаї передбачає відхід від моделі економічного зростання будь-якою ціною, незважаючи на витрати. Зміна політики: з відкритої економіки на внутрішні ресурси розвитку і їх більш гнучкий розподіл зумовлена тим, що іноземні інвестори мають власні інтереси, нерідко зовсім несумісні з інтересами країни-реципієнта, яка не отримує очікувані результати. На думку органів влади в процеси глобалізації наукового та інноваційного розвитку необхідно включатися на основі власних ідей і розробок, вирощувати власних лідерів на пріоритетних напрямках, змінити споживчий стиль взаємин із зарубіжними університетами, науковими центрами та ТНК (Грига & Тобілко, 2015). Тому вже в 2007 році перед урядом Китаю було поставлено завдання переходу до ендогенного інноваційного розвитку. Одним із пріоритетів інклюзивної моделі економічного зростання в Китаї є стимулювання внутрішнього попиту і споживання. За допомогою бюджетного стимулювання уряд країни зменшує залежність від зовнішнього попиту шляхом нарощування внутрішнього попиту.

Виділяють внутрішні і зовнішні аспекти моделі інклюзивного зростання в Китаї. Внутрішній аспект інклюзивного розвитку передбачає економічне зростання більш низькими темпами, з орієнтацією на показники ефективності, основний акцент робиться на інноваціях, які генеруються всередині Китаю, на екологічне виробництво і деякі інші аспекти. Зовнішній фактор досягнення інклюзивного зростання передбачає, перш за все, зміну зовнішньоторговельної політики. В експортній політиці акцент робиться на продукцію з високою доданою вартістю, на основі власних технологій. В імпорتنій політиці – посилення імпортозаміщення з акцентом на технології, вироблені в Китаї (Савельєв, 2017).

*Європейська модель* – орієнтується на рівність у доступі до результатів праці та їх рівномірного розподілу. Країни-члени ЄС демонструють високі показники економічного зростання і соціальних гарантій, розвинутості демократичних інституцій, рівня освіти та інноваційних технологій.

Особливістю політики ЄС стала відмова від безумовного дотримання одного з головних принципів ринкової економіки – вільної конкуренції на користь регульованої конкуренції. Таке коректування ринкових механізмів і «вільного ціноутворення» в ЄС спрямоване не лише на соціальний захист населення, але і на підтримку малого і середнього бізнесу, деяких галузей промисловості, сільськогосподарських виробників. В ЄС на перше місце виходить модель соціальної якості, яка визначає основні умови для розвитку суспільних відносин. Відповідно, соціальна якість розглядається у чотирьох вимірах людських спроможностей:

- 1) економічної безпеки (economic security), яка гарантує певний рівень життя;
- 2) соціального включення (social inclusion), що означає доступ до інституціонального та інфраструктурного контексту, а також «ступінь інтегрованості людей до різних інститутів і суспільних відносин»;
- 3) соціальної згуртованості (social cohesion), яка ґрунтується на спільних ідентичностях, цінностях і нормах, що забезпечують узгодженість взаємодій;
- 4) набуття повноважень і можливостей (empowerment), що означає або «здатність людей контролювати своє життя та наявність відповідних знань, вмінь і умов» для цього, або міру, наскільки суспільні відносини сприяють можливостям людини (Савельєв, 2017).

Політика соціального включення Європейського Союзу фокусується на нерівному доступі (або його відсутності) до ресурсів. Якщо в США політика соціального включення до системи освіти, ринку праці та громадських служб була спрямована, насамперед, на осіб, які через фізичні або ментальні обмеження не можуть брати участь у повноцінному житті, а визнання права рівних можливостей для таких осіб стало завершенням руху за громадянські права, коли в 1975 р. конгрес США прийняв федеральний закон (Individuals with Disabilities Education Act), який гарантував інклюзивну освіту, то в Європейському Союзі її метою було подолання бідності та тривалого безробіття. Окремо здійснюється підтримка тих, хто нездатний працювати, і яким гарантується достатній рівень добробуту (Савельєв, 2017).

Згідно норвезької моделі інклюзивного розвитку вільний ринок самостійно не може здійснити справедливий розподіл доходів і національних багатств. Необхідна рівновага між ринком і державним управлінням. Держава є відповідальною за розподіл багатств, прав і послуг. Соціальний захист стосується усіх громадян країни, а не лише бідних верств населення. Реалізується прогресивна система оподаткування, яка є важливим ефективним

засобом перерозподілу доходів. Регіони диференціюються, залежно від рівня промислового розвитку: менш розвинуті – одержують необхідне кредитування і зменшення податків. Цілі економічної політики спрямовані на підтримку необхідного економічного розвитку країни, введення механізмів протидії безробіттю. У країні існує єдина система реєстрації вільних вакансій, підготовки і перепідготовки кадрів на численних безкоштовних курсах. Освіта в країні є доступною для всіх громадян, незалежно від їхнього соціального або етнічного статусу. Більшість шкіл державні, частка приватних становить не більше 2%. Кожний третій випускник школи продовжує навчання у вищому навчальному закладі, де воно є безкоштовним (Савельєв, 2017).

**Висновок.** Підсумовуючи вищенаведене слід зазначити, що трансформація моделі економічного розвитку, сприяння оптимізації і модернізації структури економіки, забезпечення рівностороннього розвитку економічних і соціальних сфер та всебічна підтримка людини, надання їй рівних можливостей для реалізації свого людського потенціалу, з включенням її у всі сфери життєдіяльності та прийняття рішень – все це визначає перехід до моделі інклюзивного розвитку. Слід зазначити, що саме інвестиції в освіту, вирішення соціальних, національних, культурних, демографічних, екологічних проблем, розвиток охорони здоров'я, науки сприятиме формуванню нової структури економіки, яка буде базуватись на принципах інклюзивності.

#### Література

1. Базиліук В., Жулин О. Інклюзивне зростання як основа соціально-економічного розвитку. *Економіка та управління на транспорті*. 2015. Вип. 1. С. 19–29.
2. Савельєв Ю.Б. Багатомірна сучасність: соціальне включення в оцінці суспільного розвитку: монографія. К.: ВПЦ "Київський університет", 2017. 447 с.
3. Федулова Л.І. Інклюзивні інновації в системі соціально-економічного розвитку. *Проблемні питання економіки України та її регіонів*. 2016. №3(25). С. 56–65.
4. A. de Haan., Thorat S. Inclusive Growth: More than Safety Nets. International Development Research Centre, Ottawa; Jawaharlal Nehru University, New Delhi. *SIG working paper*. 2013. URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/bdfd/07e464d167e95082761ec54551e8cd130f2a.pdf>.
5. Europe 2020. A strategy for smart sustainable and inclusive growth: // European Commission. 2010. URL: [http://ec.europa.eu/europe2020/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/europe2020/index_en.htm).
6. Бирюков А. В. Інклюзивное развитие как ответ на вызов глобализации по-американски. URL: [http://www.inesnet.ru/wp-content/mag\\_archive/2011\\_12/ES2011-12-biriukov.pdf](http://www.inesnet.ru/wp-content/mag_archive/2011_12/ES2011-12-biriukov.pdf).
7. Грига Ю., Тобілко А. Американський бюджет: з людьми і для людей. 2015. URL: <https://www.epravda.com.ua/publications/2015/04/1/535675/>.

#### Reference

1. Bazylyuk, V., Zhuly'n, O. (2015). Inclusive growth as the basis of socio-economic development. *Economy and Transport Management*, 1, 19-29. (In Ukrainian)
2. Saveliyev, Y.B. (2017). Multidimensional modernity: social inclusion in the assessment of social development. Kyiv: Kyiv University. (In Ukrainian)
3. Fedulova, L.I. (2016). Inclusive innovations in the system of socio-economic development. *Economics of Ukraine and its regions: problematic issues*, 3(25), 56-65. (In Ukrainian)
4. A. de Haan, Thorat, S. (2013). Inclusive Growth: More than Safety Nets. International Development Research Centre, Ottawa; Jawaharlal Nehru University, New Delhi. *SIG working paper*. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/bdfd/07e464d167e95082761ec54551e8cd130f2a.pdf>.
5. Europe 2020. A strategy for smart sustainable and inclusive growth. (2010). Retrieved from [http://ec.europa.eu/europe2020/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/europe2020/index_en.htm).
6. Biryukov, A.V. (2017). Inclusive development as a response to the challenge of American globalization. Retrieved from [http://www.inesnet.ru/wp-content/mag\\_archive/2011\\_12/ES2011-12-biriukov.pdf](http://www.inesnet.ru/wp-content/mag_archive/2011_12/ES2011-12-biriukov.pdf). (in Russian)
7. Hryha, Y., Tobilko, A. (2015). The US budget: with people and for people. Retrieved from <https://www.epravda.com.ua/publications/2015/04/1/535675/>. (In Ukrainian)

## МОДЕЛЮВАННЯ, ІМІТАЦІЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ Й УПРАВЛІННІ

УДК 336.221+330.161+004.94

DOI: 10.26565/2311-2379-2019-97-03

**Т.В. Біткова, Т.В. Меркулова, А.А. Янцевич**

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

пл. Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна

E-mail: [tbitkova@karazin.ua](mailto:tbitkova@karazin.ua), [tamara.merkulova@karazin.ua](mailto:tamara.merkulova@karazin.ua), [artem.a.yantsevych@karazin.ua](mailto:artem.a.yantsevych@karazin.ua)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6287-0392>, <https://orcid.org/0000-0002-3507-5593>,

<https://orcid.org/0000-0001-8023-6547>

### СИСТЕМНО-ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ ПОДАТКОВОЇ ПОВЕДІНКИ З УРАХУВАННЯМ РОЗПОДІЛУ ДОХОДІВ

Проблематика дослідження впливу оподаткування на поведінку економічних агентів залишається актуальною протягом тривалого часу. Це обумовлено, з одного боку, множинністю каналів цього впливу, які охоплюють різні аспекти активності людей (споживча, інвестиційна, трудова тощо), з другого – важливістю даної проблематики для економічної політики держави. Одним із потужних каналів впливу оподаткування на активність економічних агентів є опортунізм, як поведінкова властивість. Наслідком дії цього каналу є ухилення від оподаткування – одно з найбільш гострих питань у рамках цієї проблематики. У статті запропонована системно-динамічна модель, яка враховує традиційні фактори, що впливають на ухилення від оподаткування (параметри податкового контролю), а також припущення про те, що поведінка людей щодо сплати податків може визначитися їх фінансовим станом. Модель передбачає можливість настроювання параметрів оподаткування та податкового контролю, а також реакції економічних агентів щодо ухилення в залежності від рівню його доходу. Розглядається три групи агентів за критерієм доходу, переходи між групами відображаються як нестационарний Марковський випадковий процес з обчисленням умовних ймовірностей переходу на кожному кроці імітації в залежності від показників ефективності податкового контролю. Подальші напрямки дослідження передбачають детальне обґрунтування параметрів операторів моделі на базі дослідження реальних закономірностей, які обумовлюють міжгрупову динаміку та механізми ухилення, характерні для різних груп доходу. Модель може бути використана як віртуальний полігон, який надає широкі можливості експериментування для перевірки різного роду теоретичних припущень і вивчення впливу керованих екзогенних факторів на динаміку ендогенних змінних, а також побудови регресійних мета-моделей, які відображатимуть залежності обраних функцій відгуку від декількох факторів з урахуванням їх комбінованого ефекту.

**Ключові слова:** ухилення від оподаткування, податковий контроль, системно-динамічна модель, розподіл доходів.

**JEL Classification:** C60, D31, E25, H26, H30.

**Tatiana Bitkova, Tamara Merkulova, Artem Yantsevich**

V.N. Karazin Kharkiv National University

4 Svobody Sq., 61022, Kharkiv, Ukraine

E-mail: [tbitkova@karazin.ua](mailto:tbitkova@karazin.ua), [tamara.merkulova@karazin.ua](mailto:tamara.merkulova@karazin.ua), [artem.a.yantsevych@karazin.ua](mailto:artem.a.yantsevych@karazin.ua)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6287-0392>, <https://orcid.org/0000-0002-3507-5593>,

<https://orcid.org/0000-0001-8023-6547>

### SYSTEM DYNAMICS MODEL OF TAX BEHAVIOR TAKING INTO ACCOUNT INCOME DISTRIBUTION

The problem of investigating the impact of taxation on the behavior of economic agents remains relevant within a long period of time. This is due, on the one hand, to the multiplicity of channels of this influence, which cover different aspects of people's activity (consumption, investment, employment etc.), and on the other – due to the importance of this issue for the economic government policy. One of the powerful channels of the influence of taxation on the economic agents' activity of is opportunism as a behavioral property. The effect of this channel is

tax evasion – one of the most pressing issues within this range of problems. The article proposes a system-dynamic model that takes into account traditional factors that influence tax evasion (tax control parameters), as well as the assumption that people's tax behavior can be determined by their financial status. The model allows to adjust the parameters of taxation and tax control, as well as the elasticity of reaction of economic agents as for tax evasion, depending on their level of income. Three groups of agents by income criterion are considered, the transitions between groups is modeled as a non-stationary Markov random process with the calculation of conditional transition probabilities at each time step, depending on the indicators of tax control effectiveness. Further directions of the study foresee detailed substantiation of the parameters of the model operators on the basis of the research of real regularities, that determine the intergroup dynamics and mechanisms of evasion, characteristic for different income groups. The model can be used as a virtual training ground, providing extensive experimentation options to test various theoretical assumptions and to study the influence of exogenous factors on the dynamics of endogenous variables, as well as building regression meta-models that will reflect the dependence of the selected response functions of the a number of exogenous factors, taking into account their combined effect.

**Keywords:** tax evasion, tax control, system-dynamic model, income distribution.

**JEL Classification:** C60, D31, E25, H26, H30.

**Т.В. Биткова, Т.В. Меркулова, А.А. Янцевич**

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина  
пл. Свободы, 4, г. Харьков, 61022, Украина

E-mail: [tbitkova@karazin.ua](mailto:tbitkova@karazin.ua), [tamara.merkulova@karazin.ua](mailto:tamara.merkulova@karazin.ua), [artem.a.yantsevych@karazin.ua](mailto:artem.a.yantsevych@karazin.ua)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6287-0392>, <https://orcid.org/0000-0002-3507-5593>,

<https://orcid.org/0000-0001-8023-6547>

## СИСТЕМО-ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НАЛОГОВОГО ПОВЕДЕНИЯ С УЧЕТОМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДОХОДОВ

Проблематика исследований влияния налогообложения на поведение экономических агентов остается актуальной на протяжении длительного времени. Это обусловлено, с одной стороны, множественностью каналов этого влияния, которые охватывают различные аспекты активности людей (потребительская, инвестиционная, трудовая и т.д.), а с другой – важностью данной проблематики для экономической политики государства. Одним из мощных каналов влияния налогообложения на активность экономических агентов является оппортунизм, как поведенческое свойство. Результатом действия этого канала является уклонение от налогообложения – один из самых острых вопросов в рамках данной проблематики. В статье предложена системно-динамическая модель, учитывающая традиционные факторы, влияющие на уклонение от налогообложения (параметры налогового контроля), а также гипотезу о том, что поведение людей в отношении уплаты налогов может определяться их финансовым состоянием. Модель предусматривает возможность настройки параметров налогообложения и налогового контроля, а также реакции экономических агентов относительно уклонения в зависимости от уровня его дохода. Рассматривается три группы агентов по критерию дохода; переходы между группами отражаются как нестационарный Марковский случайный процесс с вычислением условных вероятностей перехода на каждом шаге имитации в зависимости от показателей эффективности налогового контроля. Дальнейшие направления исследования предполагают детальное обоснование параметров операторов модели на базе исследования реальных закономерностей, обуславливающих межгрупповую динамику и механизмы уклонения, характерные для разных групп дохода. Модель может быть использована как виртуальный полигон, предоставляющий широкие возможности экспериментирования для проверки разного рода теоретических предположений и изучения влияния управляемых экзогенных факторов на динамику эндогенных переменных, а также построения регрессионных мета-моделей, отображающих зависимости выбранных функций отклика от ряда факторов с учетом их комбинированного эффекта.

**Ключевые слова:** уклонение от налогообложения, налоговый контроль, системно-динамическая модель, распределение доходов.

**JEL Classification:** C60, D31, E25, H26, H30.

**Постановка проблеми.** Проблематика дослідження впливу оподаткування на поведінку економічних агентів залишається актуальною протягом тривалого часу. Це обумовлено, з одного боку, множинністю каналів цього впливу, які охоплюють різні аспекти активності людей (споживча, інвестиційна, трудова та інші), з іншого боку, важливістю даної проблематики для економічної політики держави, надходження оптимального балансу між виконанням соціальних завдань та економічним зростанням. (Behavioural Economics and Taxation, 2014; Acheson, Lynch, 2017; Macek, 2014).

**Аналіз останніх досліджень.** Одним із потужних каналів впливу оподаткування на активність економічних агентів є опортунізм, як поведінкова властивість (Уильямсон, 1993). Наслідок дії цього каналу виражається в такому явищі, як ухилення від оподаткування, що є одним із найбільш гострих питань у межах цієї проблематики (Соколовська, 2013).

Традиційний підхід в дослідженнях даної теми, у тому числі застосований авторами у попередніх роботах (Merkulova, Vitkova, 2013) спирається на припущення, що головними факторами, які впливають на ухилення, є ставки податків (можуть враховуватися також податкові пільги) та параметри податкового контролю. Не заперечуючи це положення, припускаємо, що поведінкові властивості людей щодо сплати податків можуть визначатися також їх фінансовим станом, і, таким чином, можна припустити, що рівень доходів економічного агента впливає на його рішення щодо ухилення від сплати податків.

Слід зазначити, що прогресивне оподаткування є відомим інструментом регулювання розподілу доходів. У статті (Меркулова, Янцевиц, 2017) було показано, як залежать вид і параметри розподілу доходу після оподаткування від параметрів вихідного розподілу і податкової прогресії. Аналіз було проведено без урахування ухилення від оподаткування, яке, в свою чергу, залежить від податкової прогресії і вносить свій внесок у зміну розподілу доходу. В статті воно віднесено до непрямого впливу оподаткування на розподіл доходу. В нашій роботі ми звертаємо увагу на зворотній зв'язок між розподілом доходів економічних агентів і їх ухиленням від оподаткування.

**Метою роботи** є розробка системно-динамічної моделі податкової поведінки з урахуванням розподілу доходів економічних агентів.

Слід відзначити, що застосування різних методів моделювання, у тому числі даної концепції імітації в дослідженні податкової поведінки і нерівності доходів, на нашу думку, мають, значні перспективи, що підтверджується, зокрема, сучасними роботами зарубіжних авторів, наприклад (Davis, Hecht, Perkins, 2003; Buddelmeyer, Creedy, Kalb, 2007; Arslan, Altinok, 2018, García-Peñalosa, 2018). В ході експериментування з імітаційними моделями можна аналізувати вплив різних факторів на динаміку ендогенних змінних.

Технологія системно-динамічної концепції імітації передбачає формалізацію припущень моделі у формі діаграм причинно-наслідкових зв'язків і діаграм потоків, параметризацію, визначення операторів обчислення змінних (запис моделі-програми на вхідній мові програмного пакету). Пропоновану модель побудовано в середовищі Vensim PLE.

**Основні результати дослідження.** За основу була прийнята базова постановка моделі, представленої у (Меркулова, Биткова, 2018). Вона була заснована на таких основних припущеннях:

1. На поведінку економічного агента щодо приховування доходу від податків впливають три чинники: економічна ефективність ухилення, існуючі в суспільстві норми, що обмежують схильність до порушення правил і психологічні особливості агента (в тому числі його схильність до ризику).

2. Економічний агент може дотримуватися одного з двох базових типів податкової поведінки – «жорсткого» або «м'якого» опортунізму. Жорсткий опортунізм передбачає поведінку, при якій економічний агент в разі вигідності ухилення переводить в тіньовий обіг максимальну частку доходу. Це тип платника, схильного до високого ризику. М'який опортунізм передбачає еластичність реакції агента і більш обережне поводження. Цей тип поведінки передбачає, що навіть в тих умовах, коли ухилення економічно вигідно, платник податків може знижувати частку тіньового доходу.

3. Інструментами податкової політики держави (керовані екзогенні змінні в комп'ютерному експерименті) є: ставка податку, ставка штрафу, ймовірність перевірки і якість перевірок (частка виявленого тіньового доходу).

З урахуванням вищевикладених міркувань припущення базової моделі було доповнено і уточнено наступним чином.

*Припущення та співвідношення змінних модифікованої моделі.*

1. У адаптованій моделі передбачаються три групи агентів з різними рівнями доходу. Початкова пропорція між групою низького (*група 1*), середнього (*група 2*) та високого доходу (*група 3*) складає 40:50:10. Ці групи можуть відрізнятися механізмами ухилення від оподаткування: вони можуть дотримуватися стратегії жорсткого або гнучкого опортунізму з різними параметрами, що відображають відповідні типи поведінки. У початковій версії

адаптовано моделі для всіх груп задається схема гнучкого опортунізму при відхиленні від податків, тобто тіньова частина доходу в кожній групі обчислюється за допомогою наступного оператора:

**IF THEN ELSE(прибутковість задекларованого доходу>прибутковість тіньового доходу,(0.1-Частка тіньового доходу),IF THEN ELSE ("прибутковість тіньового доходу t-1">прибутковість тіньового доходу, -MIN(Частка тіньового доходу, коеф1\*(прибутковість тіньового доходу t-1" - прибутковість тіньового доходу)), коеф2\*(прибутковість тіньового доходу -"прибутковість тіньового доходу t-1")))**

Тобто, якщо прибутковість задекларованого доходу вища від прибутковості тіньового доходу, частина тіньового доходу знижується; у протилежному випадку оцінюється співвідношення прибутковості тіньового доходу на кроках  $t$  і  $t-1$ , і якщо є тенденція до її зростання / зниження, тіньова частина доходу може змінитися на частку різниці прибутковості на кроках  $t$  і  $t-1$ . Коефіцієнти 1 і 2 відображають частку різниці прибутковості, яка визначатиме, на скільки зміниться частка тіньового доходу. Ці коефіцієнти відображають ступінь песимістичності / оптимістичності очікувань економічних агентів.

2. Інструменти і параметри податкової політики держави можуть бути диференційовані по відношенню до суб'єктів різних груп доходу. Це регулюється для кожної групи частотою і якістю перевірок, які впливають у кінцевому підсумку на прибутковість тіньового доходу і ймовірність того, що частина учасників групи перейде зі своєї групи у групу з більш низьким або більш високим доходом. При цьому на ймовірність переходу в групу з більш високим доходом впливає прибутковість тіньового доходу в групі з більш низьким доходом, а на повернення до групи з більш низьким доходом – частина виявленого тіньового доходу в групі з більш високим рівнем доходу.

Сторінка адаптованої структурної моделі, яка відображає взаємозв'язок факторів, що обумовлюють гнучку податкову поведінку агента – представника конкретної категорії доходу, наведена на рис. 1.

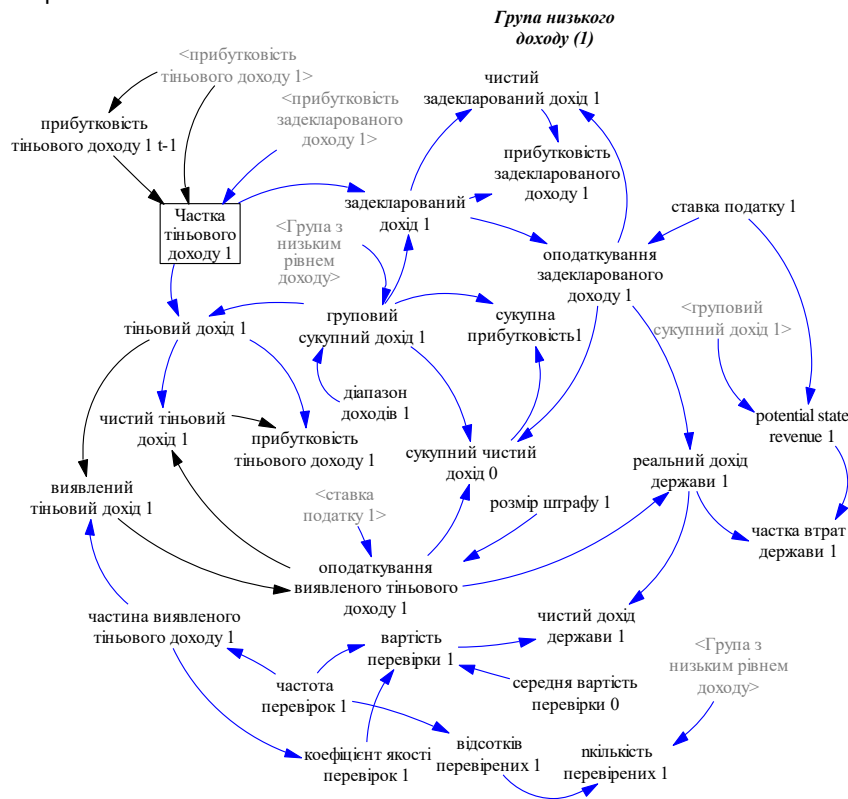
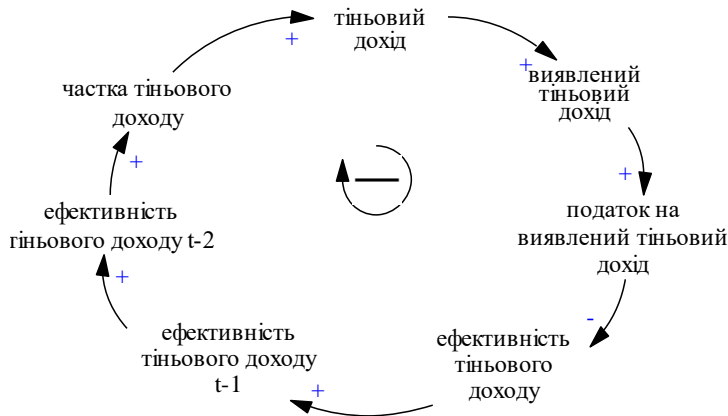


Рис. 1. Сторінка структурної моделі. Група низького доходу

Джерело: авторська розробка



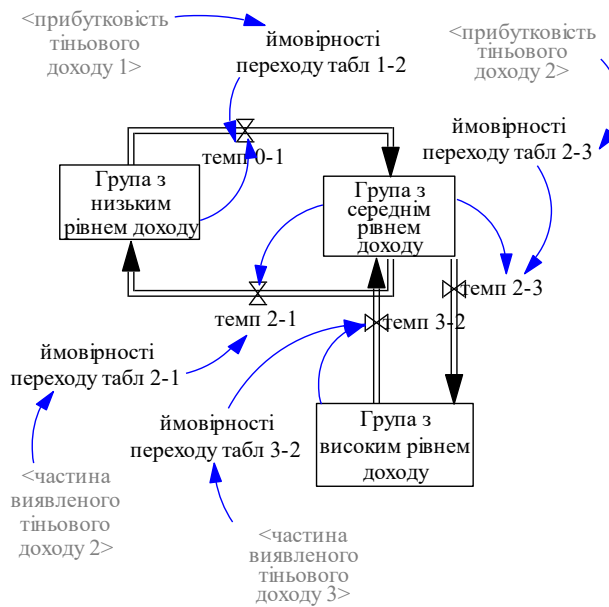
Ключова змінна «Частка тіньового доходу» входить в 12 замкнутих контурів зворотного зв'язку, найдовший з яких включає 7 змінних моделі (рис. 2).



**Рис. 2. Контур негативного зворотного зв'язку для змінної «частка тіньового доходу»**

Джерело: авторська розробка

3. Міжгрупові і відображаються у моделі як нестационарний Марковський процес, у якому умовні ймовірності переходу змінюються на кожному кроці імітації і залежать від прибутковості тіньового доходу і частини виявленого тіньового доходу в різних групах платників. Ці залежності задаються табличними функціями. Таким чином, переходи із групи у групу в даній моделі обумовлені тільки оподаткуванням, ухиленням, податковим контролем з урахуванням фактора випадковості. Фрагмент структурної моделі, що відображає міжгрупові переходи, наведено на рис. 3.



**Рис. 3. Фрагмент структурної моделі. Блок міжгрупових переходів**

Джерело: авторська розробка

4. Для відстеження динаміки нерівності доходів в моделі обчислюється індекс Джині за допомогою наступного оператора:

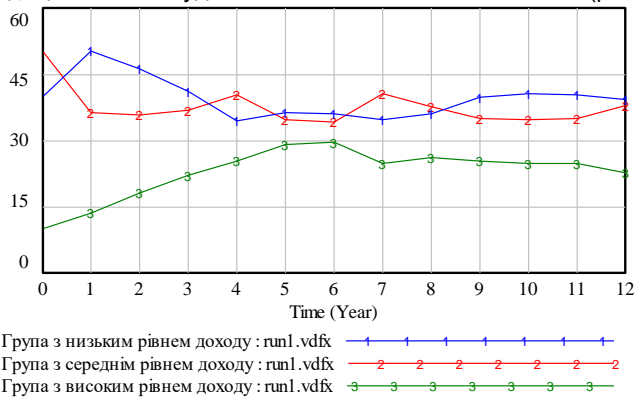
$$Gini\ index = 1 - 2 * (\text{відсоток чисельності групи 1} * \text{відсоток доходу групи 1} + \text{відсоток чисельності групи 2} * \text{відсоток доходу групи 1} + \text{відсоток чисельності групи 2} * \text{відсоток доходу групи 2}) + \text{відсоток чисельності групи 3} * (\text{відсоток доходу групи 1} + \text{відсоток доходу групи 2} + \text{відсоток доходу групи 3}) + \text{відсоток чисельності групи 1} * \text{відсоток доходу групи 1} + \text{відсоток чисельності групи 2} * \text{відсоток доходу групи 2} + \text{відсоток чисельності групи 3} * \text{відсоток доходу групи 3}.$$

5. Модель допускає настройку параметрів податкової прогресії та податкового контролю для різних груп доходу;

6. Шагом імітації є 1 рік.

**Результати імітації.** Референтна поведінка змінних моделі оцінювалася за умови єдиної ставки податку на податок для всіх груп (18%), а також досить високої інтенсивності перевірок (з ймовірністю 0.7) і їх якості (з виявленням 75% тіншового доходу).

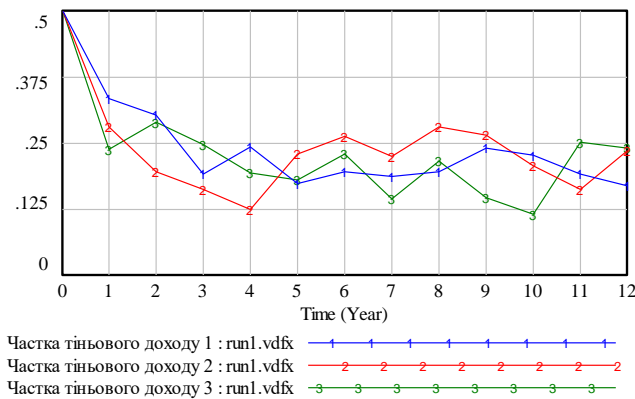
1. При заданій початкових значеннях констант і табличних функцій чисельність груп з різним рівнем доходу зближується, при чому чисельність групи низького доходу спочатку збільшується з 40 до 50 од., але потім повертається до початкового рівня; середнього доходу скорочується з 50 до 38, група високого доходу до 6 кроку імітації зростає з 10 до 30, але потім знижується до 23 од., що більш ніж удвічі більше початкового значення (рис. 4).



**Рис. 4.** Динаміка чисельності груп різного рівня доходу

Джерело: авторська розробка

2. При тих же параметрах податкового контролю частка тіншового доходу в цілому знижується в усіх групах (з початкового значення 0.5 для всіх груп), причому середні частки тіншового доходу в усіх групах практично співпадають (близько 0.24). Тобто жорстка політика податкового контролю призводить до детінізації доходів в середньому удвічі. Динаміка часток тіншового доходу відповідає припущенню щодо гнучкого опортунізму економічних агентів – при відсутності перевірок рівень ухилення збільшується в усіх групах (рис. 5).



**Рис. 5.** Динаміка часток тіншового доходу в різних групах

Джерело: авторська розробка

3. Індекс Джині варіюється у діапазоні від 28% до 47% (середнє значення 0.34), з тенденцією до зростання, тобто до посилення нерівності між групами доходу (рис. 6). За даними Мирового атласу даних оцінка індексу Джині в Україні в 2017 р. складала 25.5%, а в 2018 р. – 26.3% (приріст 3.14%)<sup>1</sup>. Фінальне значення цього показника, отримане у моделі, складає 28,5%, що досить добре збігається з реальними оцінками.

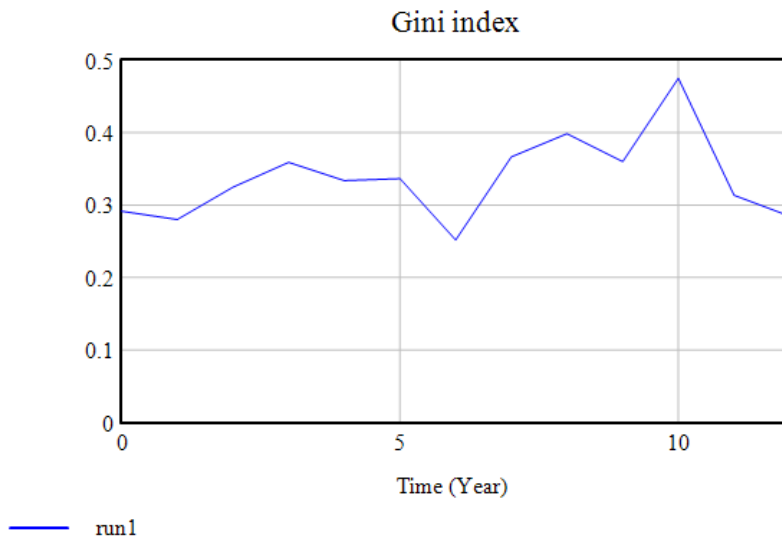


Рис. 6. Динаміка індексу Джині

Джерело: авторська розробка

*Напрямки експериментування з моделлю.* В ході експерименту з моделлю можливо досліджувати та оцінювати, наприклад:

- а) вплив податкового контролю (інтенсивності і якості перевірок) на розподіл груп доходу і показник нерівності доходів;
- б) наслідки введення прогресивного оподаткування на ухилення та динаміку груп доходів;
- в) вплив диференціації схильності до ухилення від оподаткування у групах з різним рівнем доходу на динаміку груп і індекс Джині;
- г) вплив різних припущень щодо еластичності реакції економічних агентів на зміну прибутковості тіньового доходу і результативність контролю;
- д) залежності різних ендогенних змінних (відгуків) від керованих екзогенних факторів (побудова регресійних метамоделей при плануванні і проведенні відповідних експериментів), тощо.

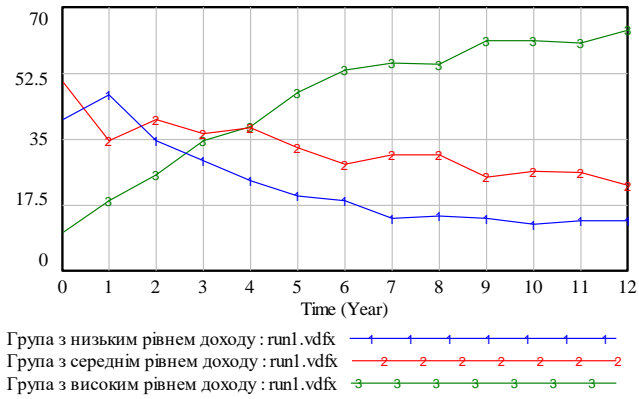
В якості прикладу покажемо результати двох експериментів:

1. **Ефект зниження податкового контролю.** При зниженні ймовірності перевірок до 0.2 і їх якості до 50% виявленого тіньового доходу динаміка чисельності груп доходу різко змінюється. Рис. 7 (в порівнянні з рис. 4) чітко показує помітне зниження чисельності груп низького і середнього доходу, натомість – різке зростання групи високого доходу, що не суперечить природним припущенням щодо поведінки економічних агентів.

При зниженні податкового контролю частки тіньового доходу у всіх групах збільшуються у середньому приблизно на 11-12%. (рис. 8–10).

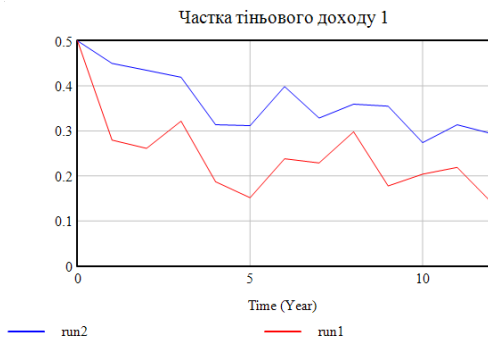
2. **Ефект введення прогресивного податку на прибуток при жорсткому податковому контролі.** На введення прогресивного податку найгостріше реагує група високого доходу, яка, не зважаючи на ефективний податковий контроль, досить швидко починає збільшувати тіньову частину доходу порівняно з першою і другою групами (рис. 11, у порівнянні з рис. 5). При збільшенні ставки податку для другої і третьої груп, відповідно, 1,3 і 1,6 рази рівень тінізації в них збільшується на 2% і 5% (рис. 11, порівняно з рис. 5).

<sup>1</sup> Access mode: <https://knoema.ru/atlas/>



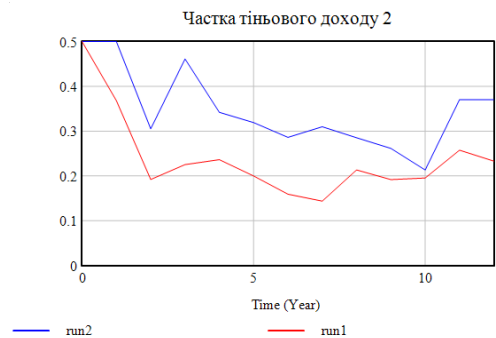
**Рис. 7. Динаміка чисельності груп за умови послаблення податкового контролю**

Джерело: авторська розробка



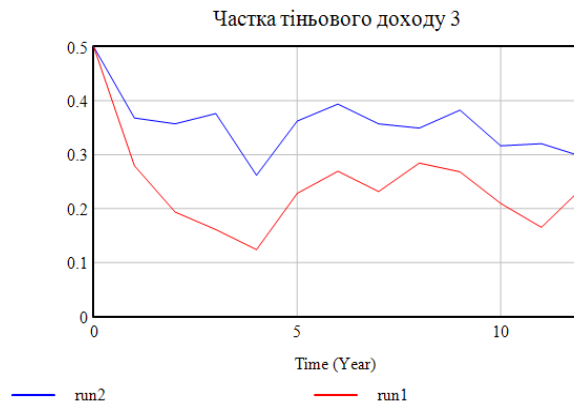
**Рис. 8. Динаміка часток тіньового доходу групи 1 при зниженні податкового контролю (run2) в порівнянні з референтною динамікою (run1)**

Джерело: авторська розробка



**Рис. 9. Динаміка часток тіньового доходу групи 1 при зниженні податкового контролю (run2) в порівнянні з референтною динамікою (run1)**

Джерело: авторська розробка



**Рис. 10. Динаміка часток тіньового доходу групи 3 при зниженні податковому контролю (run2) в порівнянні з референтною динамікою (run1)**

Джерело: авторська розробка

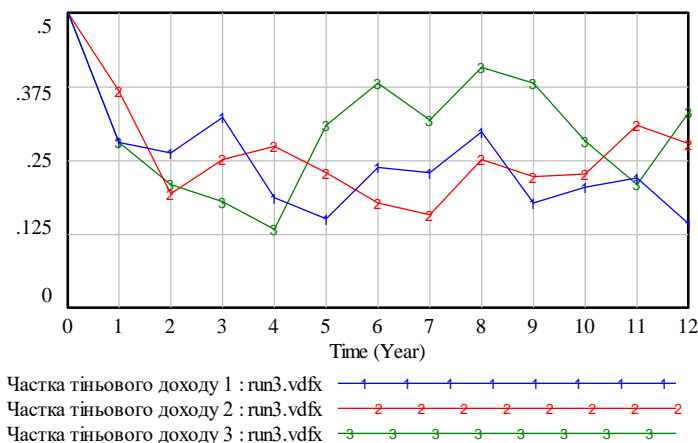


Рис. 11. Динаміка часток тінювого доходу при введенні прогресивної ставки податку

Джерело: авторська розробка

**Висновки.** Поведінка економічних агентів щодо ухилення від оподаткування є гостро актуальною і досліджується вченими багатьох країн. Вона залежить від багатьох факторів – від інтенсивності і якості податкового контролю до психологічного складу і схильності до ризику.

У статті запропонована системно-динамічна модель, яка відображає взаємозв'язок між різними факторами, які пов'язані з аналізом наслідків реалізації конкретних форм податкового контролю зі сторони держави, і реакцією платників податків різних податкових груп щодо збільшення/зменшення частки тінювого доходу в залежності від співвідношення прибутковості задекларованого і тінювого доходів, а також схильності до ухилення від оподаткування.

Переходи між групами доходу відображаються як нестационарний Марковський випадковий процес з обчисленням умовних ймовірностей переходу на кожному кроці імітації в залежності показників ефективності податкового контролю. Тестування моделі підтвердило адекватність отриманих результатів очікуванням розробників і не суперечать їх логічної інтерпретації.

Подальші напрямки дослідження передбачають детальне обґрунтування параметрів операторів моделі на базі глибокого дослідження реальних закономірностей, які обумовлюють міжгрупову динаміку та механізми ухилення, характерні для різних груп доходу. Але вже зараз модель являє собою своєрідний віртуальний полігон, який надає широкі можливості експериментування для перевірки різного роду теоретичних припущень і вивчення впливу керованих екзогенних факторів на динаміку ендогенних змінних, а також побудови регресійних мета-моделей, які відобразатимуть залежності обраних змінних відгуку від декількох факторів з урахуванням їх комбінованого ефекту.

#### Література

1. Behavioural Economics and Taxation. European Commission working paper. N.41. 2014. URL: [https://ec.europa.eu/taxation\\_customs/sites/taxation/files/docs/body/taxation\\_paper\\_41.pdf](https://ec.europa.eu/taxation_customs/sites/taxation/files/docs/body/taxation_paper_41.pdf).
2. Acheson J., Lynch D. Implications of behavioural economics for tax policy. Dublin, 2017. URL: <https://igees.gov.ie/wp-content/uploads/2014/01/Behavioural-Economics-and-Tax.pdf>.
3. Macek R. The Impact of Taxation on Economic Growth: Case Study of OECD Countries. *Review of Economic Perspectives*. 2014. Vol.14, Issue 4. P. 309–328.
4. Уильямсон О.И. Поведенческие предпосылки современного теоретического анализа. *THESIS*. 1993. Т.1., Вып.3. С. 39–49.
5. Соколовська А. М. Оподаткування в контексті детінізації економіки. *Вісник Інституту економіки та прогнозування*. 2013. С. 32–38.
6. Merkulova T. V., Bitkova T. V. Tax evasion and tax behaviour efficiency: a system dynamics approach. *Економічна кібернетика*. 2013. №1-3(79-81). P. 16–22.

7. Меркулова Т. В., Янцевич А. А. Вплив прогресивного оподаткування на нерівність: аналіз залежності нерівності від параметрів розподілу доходів і податкової прогресії. *Економічна теорія*. 2017. № 3. С. 23–38.
8. Davis J. S., Hecht G., Perkins J. D. Social Behaviors, Enforcement, and Tax Compliance Dynamics. *The Accounting Review*. 2003. Vol. 78, No. 1. P. 39–69.
9. Buddelmeyer H., Creedy J., Kalb G. Tax Policy Design and Behavioural Microsimulation Modelling. Edward Elgar Publishing, 2007. 273 p.
10. Arslan M. O., Altınok H. A System Dynamics Model of Income Distribution between Labor and Capital for Turkey. *Economic computation and economic cybernetics studies and research / Academy of Economic Studies*, Vol. 52(4/2018). P. 241-256.
11. García-Peñalosa C. Inequality in macroeconomic models. *Revue de l'OFCE*. 2018. Vol. 157. P. 93-115.
12. Меркулова Т. В., Биткова Т. В. Модель налогового поведения с учетом распределения доходов: системно-динамический подход. *Интеллект XXI*. 2018. №1. С. 93-96.

#### References

1. Behavioural Economics and Taxation. (2014). *European Commission working paper*, 41. Retrieved from [https://ec.europa.eu/taxation\\_customs/sites/taxation/files/docs/body/taxation\\_paper\\_41.pdf](https://ec.europa.eu/taxation_customs/sites/taxation/files/docs/body/taxation_paper_41.pdf).
2. Acheson, J., Lynch, D. (2017). Implications of behavioural economics for tax policy. Retrieved from <https://igees.gov.ie/wp-content/uploads/2014/01/Behavioural-Economics-and-Tax.pdf>.
3. Macek, R. (2014). The Impact of Taxation on Economic Growth: Case Study of OECD Countries. *Review of Economic Perspectives*, 14, 4, 309-328.
4. Williamson, O. (1993). E. Behavioral prerequisites of modern theoretical. *THESIS*, 1, 3, 39-49. (in Russian)
5. Sokolovskaya, A. M. (2013). Taxation in the context of de-shadowing of the economy. *Bulletin of the Institute of Economics and Forecasting*, 32-38. (In Ukrainian)
6. Merkulova, T.V., Bitkova, T.V. (2013). Tax evasion and tax behaviour efficiency: a system dynamics approach. *Economic Cybernetics*, 1-3(79-81)'2013, 16-22.
7. Merkulova, T., Yantsevich, A. (2017). Impact of progressive taxation on inequality: analyzing the inequality dependence on income distribution parameters and tax progression. *Economic Theory*, 3, 23-38. (In Ukrainian)
8. Davis, S., Hecht, G., Perkins, J.D. (2003). Social Behaviors, Enforcement, and Tax Compliance Dynamics. *The Accounting Review*, 78, 1, 39-69.
9. Buddelmeyer, H., Creedy, J., Kalb, G. (2007). Tax Policy Design and Behavioural Microsimulation Modelling. Edward Elgar Publishing.
10. Arslan, M. O., Altınok, H. (2018). A System Dynamics Model of Income Distribution between Labor and Capital for Turkey. *Economic computation and economic cybernetics studies and research / Academy of Economic Studies*, 52(4/2018), 241-256.
11. García-Peñalosa, C. (2018). Inequality in macroeconomic models. *Revue de l'OFCE*, 157, 93-115.
12. Merkulova, T.V., Bitkova, T.V. (2018). A model of tax behavior taking into account income distribution: a system-dynamic approach. *Intelligence XXI*, 1, 93-96. (in Russian)

**Е.О. Ковпак, Ф.І. Орлов**

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

пл. Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна

E-mail: [elvira.kovpak@karazin.ua](mailto:elvira.kovpak@karazin.ua), [zooroo97@gmail.com](mailto:zooroo97@gmail.com)ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9236-3084>, <https://orcid.org/0000-0002-3503-9832>

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО НАВЧАННЯ І РЕГРЕСІЙ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЦІНИ ЛЕГКОВОГО АВТО

Метою дослідження, описаного у цій статті, є порівняльний аналіз прогнозних якостей деяких моделей машинного навчання та регресій, в яких факторами виступають споживчі характеристики вживаного легкового автомобіля: марка автомобіля, тип коробки передач, тип приводу, тип двигуна, пробіг, тип кузова, рік випуску, область продавця, стан авто, чи було авто у ДТП, середня ціна на аналог в Україні, об'єм двигуна, кількість дверей, наявність додаткового обладнання, кількість місць для пасажирів, чи перша реєстрація авто, чи пригнане авто із закордону. Якісні змінні були закодовані як бінарні змінні або за допомогою середнього значення цільової змінної. Для моделювання було використано понад 200 тисяч автомобілів. Оцінка параметрів усіх моделей проводилася у середовищі Python із використанням бібліотек Sklearn, Catboost, StatModels та Keras. У ході дослідження були розглянуті такі моделі регресій та моделі машинного навчання: лінійна регресія; поліноміальна регресія; дерево рішень; нейронна мережа; моделі за алгоритмами «к-найближчих сусідів», «випадковий ліс», «градієнтний бустинг»; ансамбль моделей. У статті представлені найкращі з точки зору якості (згідно критеріїв  $R^2$ , MAE, MAD, MAPE) варіанти із кожного класу моделей. Було виявлено, що найкраще із задачею прогнозування ціни на легковий автомобіль справляються саме нелінійні моделі. Результати моделювання свідчать про те, що найкраще відображає залежність між ціною легкового автомобіля та його характеристиками саме ансамбль моделей, до якого увійшли нейронна мережа, моделі за алгоритмами «випадковий ліс» та «градієнтний бустинг». Ансамбль моделей показав середню відносну похибку апроксимації вихідних даних 11,2%, та середню відносну похибку прогнозу 14,34%. Усі запропоновані нелінійні моделі ціни на авто мають приблизно однакові прогнозні якості (різниця між MAPE у межах 2%).

**Ключові слова:** ціна автомобіля, регресія, нейронні мережі, ансамбль моделей.**JEL Classification:** C45, C51, C52, C55.**Elvira Kovpak, Fedir Orlov**

V.N. Karazin Kharkiv National University

4 Svobody Sq., 61022, Kharkiv, Ukraine

E-mail: [elvira.kovpak@karazin.ua](mailto:elvira.kovpak@karazin.ua), [zooroo97@gmail.com](mailto:zooroo97@gmail.com)ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9236-3084>, <https://orcid.org/0000-0002-3503-9832>

## COMPARATIVE ANALYSIS OF MACHINE LEARNING MODELS AND REGRESSIONS FOR CAR PRICE PREDICTION

The purpose of the research described in this article is a comparative analysis of the predictive qualities of some models of machine learning and regression. The factors for models are the consumer characteristics of a used car: brand, transmission type, drive type, engine type, mileage, body type, year of manufacture, seller's region in Ukraine, condition of the car, information about accident, average price for analogue in Ukraine, engine volume, quantity of doors, availability of extra equipment, quantity of passenger's seats, the first registration of a car, car was driven from abroad or not. Qualitative variables has been encoded as binary variables or by mean target encoding. The information about more than 200 thousand cars have been used for modeling. All models have been evaluated in the Python Software using Sklearn, Catboost, StatModels and Keras libraries. The following regression models and machine learning models were considered in the course of the study: linear regression; polynomial regression; decision tree; neural network; models based on "k-nearest neighbors", "random forest", "gradient boosting" algorithms; ensemble of models. The article presents the best in terms of quality (according to the criteria  $R^2$ , MAE, MAD, MAPE) options from each class of models. It has been found that the best way to predict the price of a passenger car is through non-linear models. The results of the modeling show that the dependence between the price of a car and its characteristics is best described by the ensemble of models, which includes a neural network, models using "random forest" and "gradient boosting" algorithms. The

ensemble of models showed an average relative approximation error of 11.2% and an average relative forecast error of 14.34%. All nonlinear models for car price have approximately the same predictive qualities (the difference between the MAPE within 2%) in this research.

**Keywords:** car price, regression, neural networks, ensemble of models.

**JEL Classification:** C45, C51, C52, C55.

**Э.А. Ковпак, Ф.И. Орлов**

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина  
пл. Свободы, 4, г. Харьков, 61022, Украина

E-mail: [elvira.kovpak@karazin.ua](mailto:elvira.kovpak@karazin.ua), [zoorroo97@gmail.com](mailto:zoorroo97@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9236-3084>, <https://orcid.org/0000-0002-3503-9832>

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ И РЕГРЕССИЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЦЕНЫ ЛЕГКОВОГО АВТО

Целью исследования, описанного в этой статье, является сравнительный анализ прогнозных качеств некоторых моделей машинного обучения и регрессий, в которых факторами выступают потребительские характеристики подержанного легкового автомобиля: марка автомобиля, тип коробки передач, тип привода, тип двигателя, пробег, тип кузова, год выпуска, область продавца, состояние авто, было авто в ДТП, средняя цена на аналог в Украине, объем двигателя, количество дверей, наличие дополнительного оборудования, количество мест для пассажиров, сведения о регистрации авто, пригнан ли автомобиль из-за рубежа. Качественные переменные были закодированы как бинарные переменные или с помощью среднего значения целевой переменной. Для моделирования были использованы более 200 тысяч автомобилей. Оценка параметров всех моделей проводилась в среде Python с использованием библиотек Sklearn, Catboost, StatModels и Keras. В исследовании были рассмотрены такие модели регрессий и модели машинного обучения: линейная регрессия; полиномиальная регрессия; дерево решений; нейронная сеть; модели с алгоритмами «к-ближайших соседей», «случайный лес», «градиентный бустинг»; ансамбль моделей. В статье представлены лучшие с точки зрения качества (согласно критериев  $R^2$ , MAE, MAD, MAPE) варианты из каждого класса моделей. Было выявлено, что лучше всего с задачей прогнозирования цены на легковой автомобиль справляются именно нелинейные модели. Результаты моделирования свидетельствуют о том, что лучше всего отражает зависимость между ценой легкового автомобиля и его характеристиками именно ансамбль моделей, в который вошли нейронная сеть, модели по алгоритмам «случайный лес» и «градиентный бустинг». Ансамбль моделей показал среднюю относительную погрешность аппроксимации исходных данных 11,2%, и среднюю относительную погрешность прогноза 14,34%. Все предложенные нелинейные модели цены на авто имеют примерно одинаковые прогнозные качества (разница между MAPE в пределах 2%).

**Ключевые слова:** цена автомобиля, регрессия, нейронные сети, ансамбль моделей.

**JEL Classification:** C45, C51, C52, C55.

**Постановка проблеми.** Оцінка ринкової вартості автомобіля передує будь-якій угоді на автомобільному ринку. Зазвичай оцінка ринкової вартості вживаного автомобіля спирається на експертні оцінки або метод аналогій. Використання формалізованої процедури оцінки ринкової вартості вживаного автомобіля за умов її автоматизації надасть змогу учасникам ринку легко визначити очікувану ціну на авто для операцій купівлі-продажу, кредитування під заставу, страхування, вирішення майнових спорів та ін. Розробка моделі визначення ринкової ціни на автомобіль є проблемою прикладного характеру.

Машинне навчання – галузь знань, що динамічно розвивається і затребувана завдяки можливості інтеграції моделей машинного навчання в експертні системи та інформаційні ресурси за умов переоцінки або налаштування параметрів на підставі регулярної процедури оновлення навчальної вибірки. Цікавим представляється порівняння можливостей економетричних методів та методів машинного навчання для прогнозування ціни вживаного легкового авто.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Серед формалізованих методів прогнозування цін найбільш популярними методами є економетричні методи прогнозування ціни (Осокина, 2015), (Журкина, 2015), (Мрочко & Батоjarгалов, 2015), (Валеева & Исавнин, 2016), (Утакаева, 2019). В економетричних моделях найчастіше використовують лише декілька основних факторів для визначення ринкової ціни автомобіля: пробіг, рік випуску, об'єм двигуна, тип палива, тип кузова та тип коробки передач автомобіля (Журкина, 2015), (Мрочко &



Батожаргалов, 2015), (Валеєва & Исавнин, 2016). У дослідженні Валеєва З.Ф та Исавніна А.Г (Валеєва & Исавнин, 2016) для моделювання ціни автомобіля використовується 20 факторів.

Моделі машинного навчання для визначення цін на автомобілі запропоновано в роботах (Gegic, Isakovic, Keco, Masetic & Kevric, 2019), (Kanwal & Sadaqat, 2017), (Ozcalici, 2017). Зокрема, у дослідженні (Gegic et al., 2019) використовуються моделі, побудовані за алгоритмами «випадковий ліс» та «модель опірних векторів» (SVM), нейронну мережу та ансамбль моделей.

**Метою дослідження** є побудова та порівняльний аналіз регресійних моделей та моделей машинного навчання, що використовують споживчі характеристики вживаних легкових автомобілів для оцінки їх ринкової вартості.

**База дослідження.** Для побудови моделей використовувались емпіричні дані – оголошення про продаж автомобілів з ресурсу [autoria.ua](http://autoria.ua) (Autoria, 2019) (вибірка із 200 939 об'єктів). Для побудови та оцінки моделей було використано мову програмування Python та бібліотеки для реалізації методів машинного навчання StatModels, Sklearn, Catboost та Keras (Statmodels), (Sklearn), (Catboost), (Keras). У навчальну вибірку увійшло 90% від загальної вибірки автомобілів із оголошень, що досліджувались (180845 об'єктів), а у тестову увійшло 10% авто (20094 об'єктів).

**Основні результати дослідження.** У ході роботи було побудовано декілька варіантів кожної розглянутої моделі машинного навчання з різними факторами, параметрами та архітектурою. У цій статті представлені лише найкращі з огляду на якість на тестовій вибірці варіанти кожної моделі.

Спочатку було здійснено спробу отримати адекватну лінійну регресійну модель на підставі незалежних ціноутворюючих факторів. Фактори, що в дослідженні визначають ринкову вартість автомобіля, було поділено на числові та категоріальні (латинське позначення перших написано маленькими, а других – великими літерами) (табл. 2).

Таблиця 2

## Перелік ціноутворюючих факторів

Споживча характеристика авто	Тип фактору	Назва в моделі	Область можливих значень	Приклад
Марка автомобіля	категоріальний	PRODUCER	[0; ∞]	Ford
Ручна коробка передач	категоріальний	TRANSMISSION	{0, 1}	Автомат
Привід	категоріальний	POWERTRAIN	{Передний, Полный}	Передній
Пробіг	числовий	mileage	[0; ∞]	100000
Тип двигуна	категоріальний	FUEL	{дизель, електро, газ, газ-бензин, газ-метан, газ-пропан-бутан, гібрид, інше}	Дизельний
Рік випуску	числовий	year	[1930; 2019]	2008
Область продавця	категоріальний	REGION	[0; ∞]	Київська
Тип кузова	категоріальний	BODY	{Кабриолет, Купе, Легковой фургон, Лимузин, Лифтбек, Минивэн, Пикап, Родстер, Седан, Универсал, Хэтчбек }	Седан
Чи був у ДТП	категоріальний	DPT	{0, 1}	Ні
Додаткове обладнання	числовий	condition_n, safety_n, comfort_n, multimedia_n, other_n, total_features	[0; ∞]	Обігрів сидінь, GPS, парктронік
Середня ціна	числовий	model_year	[0; ∞]	9000
Стан авто	категоріальний	MY_ESTIMATION	{1, 2, 3}	Добрий
Об'єм двигуна	числовий	volume	[0; ∞]	3.5
Кількість дверей	числовий	doors	[0; ∞]	4
Кількість місць для пасажирів	числовий	seats	[0; ∞]	5
Перша реєстрація	категоріальний	FIRST_REG	{0, 1}	Так
Пригнаний із-за кордону	категоріальний	PRIGNANA	{0, 1}	Ні

Джерело: авторська розробка

Представлений перелік факторів не є вичерпним, тому що надалі у окремих моделях будуть вводиться нові похідні фактори та їх позначення, які будуть створюватися за допомогою початкових, що перелічені у табл. 2. Значимість оцінок параметрів біля факторів перевірялася за допомогою t-критерію на підставі значення рівня значущості (p-значенню). Рівень значущості оцінок параметрів біля факторів в моделях не нижчий за 5%. Деякі категоріальні фактори (а саме PRODUCER та REGION) були закодовані за допомогою середнього значення цільової змінної (mean target encoding) (Castillo, 2019): кожне якісне значення категоріального фактору було закодоване відповідним середнім числовим для нього по навчальній вибірці.

Для порівняння різних за своєю будовою та структурою моделей було обрано чотири критерії якості моделювання, які можуть бути застосовані до усіх моделей, що розглядаються у цій роботі, а саме: коефіцієнт детермінації (R<sup>2</sup>), середня абсолютна похибка (MAE), медіанна абсолютна похибка (MAD), середня абсолютна відсоткова помилка (MAPE).

Для реалізації мети дослідження було побудовано такі моделі: лінійна регресія; поліноміальна регресія; дерево рішень; нейронна мережа; моделі за алгоритмами «k-найближчих сусідів», «випадковий ліс», «градієнтний бустинг»; ансамбль моделей.

Більшість із вказаних моделей мають параметри, які задаються до початку побудови моделі. Ці параметри визначаються складність моделі та деякі спеціальні характеристики, що вказуються у таблицях у стовпчику «Параметри».

Рівняння множинної лінійної регресії із оціненими коефіцієнтами має такий вид:

$$y = -1.106 \cdot 10^5 + 0.1867 \cdot \text{PRODUCER} + 53.3793 \cdot \text{year} - 7.6064 \cdot \text{mileage} + 1198.7728 \cdot \text{volume} + 1055.2298 \cdot \text{TRANSMISSION} + 0.0538 \cdot \text{REGION} - 211.6692 \cdot \text{seats} + 0.9407 \cdot \text{model\_year} - 335.5988 \cdot \text{PRIGNANA} - 4273.3431 \cdot \text{DPT} + 252.3447 \cdot \text{POWERTRAIN\_Передний} + 148.7327 \cdot \text{POWERTRAIN\_Полный} + 5165.1986 \cdot \text{BODY\_Кабриолет} + 3060.7428 \cdot \text{BODY\_Купе} + 565.6259 \cdot \text{BODY\_Легковой фургон (до 1,5 m)} + 3.993 \cdot 10^4 \cdot \text{BODY\_Лимузин} + 166.9068 \cdot \text{BODY\_Лифтбек} + 1366.9044 \cdot \text{BODY\_Минивэн} + 747.6891 \cdot \text{BODY\_Пикап} + 3943.5985 \cdot \text{BODY\_Родстер} + 898.7058 \cdot \text{BODY\_Седан} + 1121.1102 \cdot \text{BODY\_Универсал} + 1073.1227 \cdot \text{BODY\_Хэтчбек} \quad (1)$$

Модель лінійної регресії (1) показала незадовільну прогнозну якість на тестовій вибірці (див. табл. 3). Це може бути пов'язано із принципіальною неспроможністю лінійної моделі враховувати нелінійні зв'язки між залежною змінною та незалежними.

Таблиця 3

Показники точності множинної лінійної регресії (1)

Число параметрів	Найменування факторів	Вибірка	R <sup>2</sup>	MAE	MAD	MAPE
24	PRODUCER, year, mileage, volume, REGION, seats, model_year, PRIGNANA, DPT, TRANSMISSION, POWERTRAIN, BODY	Навчальна	0.75	2274	1124	35.18
		Тестова	0.64	2530	1172	39.39

Джерело: авторська розробка

Для поліноміальної регресії ціни на вживане авто були використані деякі фактори із табл.2 у другому степені та їх інтеракції (змінні, що представляють собою комбінації інших факторів – сума, різниця, добуток або частка двох або більше регресорів). У результаті відбору факторів та оцінки параметрів поліноміальної регресії було отримано таке рівняння:

$$y = 2.697 \cdot 10^7 + 0.1854 \cdot \text{PRODUCER} - 2.691 \cdot 10^4 \cdot \text{year} + 14.8008 \cdot \text{mileage} - 2.402 \cdot 10^5 \cdot \text{volume} + 253.0908 \cdot \text{TRANSMISSION} + 0.0491 \cdot \text{REGION} + 6531.2280 \cdot \text{total\_features} - 24.5455 \cdot \text{model\_year} - 352.2857 \cdot \text{PRIGNANA} - 4649.5836 \cdot \text{DPT} - 359.3765 \cdot \text{POWERTRAIN\_Передний} + 441.4734 \cdot \text{POWERTRAIN\_Полный} + 5015.3232 \cdot \text{BODY\_Кабриолет} + 2805.4425 \cdot \text{BODY\_Купе} + 787.2248 \cdot \text{BODY\_Легковой фургон (до 1,5 m)} + 3.935 \cdot 10^4 \cdot \text{BODY\_Лимузин} - 346.4346 \cdot \text{BODY\_Лифтбек} + 1256.6041 \cdot \text{BODY\_Минивэн} - 932.1227 \cdot \text{BODY\_Пикап} + 4752.2303 \cdot \text{BODY\_Родстер} + 252.3842 \cdot \text{BODY\_Седан} + 658.6929 \cdot \text{BODY\_Универсал} + 539.7720 \cdot \text{BODY\_Хэтчбек} + 6.7130 \cdot \text{year}^2 + 0.0075 \cdot \text{mileage}^2 + 237.5860 \cdot \text{volume}^2 + 3.3530 \cdot \text{total\_features}^2 + 4.661 \cdot 10^8 \cdot \text{model\_year}^2 + 120.8433 \cdot \text{year\_volume} - 3.2819 \cdot \text{year\_total\_features} + 0.0125 \cdot \text{year\_model\_year} - 8.7004 \cdot \text{mileage\_volume} + 0.1751 \cdot \text{mileage\_total\_features} - 0.0009 \cdot \text{mileage\_model\_year} - 38.7573 \cdot \text{volume\_total\_features} + 0.0216 \cdot \text{volume\_model\_year} + 0.0024 \cdot \text{total\_features\_model\_year} \quad (2)$$

Із таблиці 4 видно, що додавання поліноміальної частини та інтеракцій факторів, тобто спроба урахувати нелінійність зв'язків між залежною та незалежними змінними, дало значний приріст у якості на тестовій множині. Так, наприклад, середня похибка за показником MAPE впала більше ніж на 11%.

Таблиця 4

**Показники якості поліноміальної регресії (2)**

Число параметрів	Фактори	Вибірка	R <sup>2</sup>	MAE	MAD	MAPE
38	PRODUCER, year, mileage, volume, TRANSMISSION, REGION, total_features, model_year, PRIGNANA, DPT, POWERTRAIN, BODY, year^2, mileage^2, volume^2, total_features^2, model_year^2, year_volume, year_total_features, year_model_year, mileage_volume, mileage_total_features, mileage_model_year, volume_total_features, volume_model_year, total_features_model_year	Навчальна	0.76	2155	990	26.76
		Тестова	0.65	2285	1010	27.95

Джерело: авторська розробка

Розглянемо модель машинного навчання за алгоритмом «к-найближчих сусідів» (KNN). Усі фактори були стандартизовані за формулою:

$$x' = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$$

де  $x'$  – нове значення фактору

$x$  – старе значення фактору

$\bar{x}$  – середнє значення фактора

$\sigma$  – стандартне відхилення фактору.

Розрахунок середнього значення фактору та його стандартного відхилення реалізується на навчальній вибірці. Таке перетворення факторів дозволяє компенсувати різний масштаб змінних та, відповідно, різний вплив на величину відстані.

Задати значимість факторів можна, якщо просто збільшити усі значення фактору на якесь число. Коефіцієнти, на які домножуються значення факторів, були підібрані так, щоб відповідати ранжуванню значимості факторів у лінійних моделях та теоретичним передумовам (табл. 5).

Таблиця 5

**Зміна значень деяких факторів моделі KNN**

Фактор	Коефіцієнт
PRODUCER	3
year	1.5
mileage	2
volume	2
model_year	7

Джерело: авторська розробка

Показники якості побудованої за алгоритмом «к-найближчих сусідів» моделі представлено у табл. 6.

Таблиця 6

**Показники точності моделі KNN**

Число факторів / вимірів	Фактори	Параметри	Вибірка	R <sup>2</sup>	MAE	MAD	MAPE
19	PRODUCER, year, mileage, volume, TRANSMISSION, REGION, total_features, model_year, DPT, POWERTRAIN, year_volume, year_model_year, mileage_PRODUCER, volume_model_year, volume_PRODUCER	n_neighbors = 22, weights='distance'	Навчальна	1.0	34	0	0.04
			Тестова	0.79	1674	644	16.3

Джерело: авторська розробка

Із табл. 6 можна зробити висновок, що модель за алгоритмом «к-найближчих сусідів» набагато краще моделює ціну на авто ніж лінійна та поліноміальна регресія. Так, середня похибка за показником MAPE знову впала більше ніж на 11%.

Наступною моделлю, що розглядалася для моделювання ціни вживаного авто, є дерево рішень. Для моделі дерева рішень були спробовані різні способи обмеження складності, що дозволило побудувати найкращий варіант із якістю та параметрами, що представлено у табл. 7.

Таблиця 7

**Показники точності моделі дерева рішень**

Число параметрів	Найменування факторів	Параметри	Вибірка	R <sup>2</sup>	MAE	MAD	MAPE
43	PRODUCER, year, mileage, volume, REGION, doors, seats, total_features, model_year, FIRST_REG, PRIGNANA, DPT, condition_n, safety_n, comfort_n, multimedia_n, other_n, MY_ESTIMATION, POWERTRAIN, FUEL, BODY, TRANSMISSION	max_depth = 30, min_samples_split = 40, min_samples_leaf = 20	Навчальна	0.79	1475	546	13.1
			Тестова	0.85	1786	657	16.3

Джерело: авторська розробка

Порівнюючи таблиці 6 та 7 можна прийти до висновку, що дерево рішень показує себе краще за модель за алгоритмом «к-найближчих сусідів» лише за одним критерієм – R<sup>2</sup>, бо дозволяє краще прогнозувати ринкову ціну на автомобілі з нестандартними споживчими характеристиками.

Далі була побудована модель ціни на авто згідно алгоритму «випадкового лісу», яка у свою чергу складається із 150 окремих дерев рішень. Таке комбінування дерев рішень

дозволило значно покращити якість прогнозування відносно попередніх моделей ціни на авто. Параметри моделі, її фактори та показники якості представлено у табл. 8.

Таблиця 8

**Показники якості моделі ціни на авто за алгоритмом «випадковий ліс»**

Число параметрів	Найменування факторів	Параметри	Вибірка	R <sup>2</sup>	MAE	MAD	MAPE
43	PRODUCER, year, mileage, volume, REGION, doors, seats, total_features, model_year, FIRST_REG, PRIGNANA, DPT, condition_n, safety_n, comfort_n, multimedia_n, other_n, MY_ESTIMATION, POWERTRAIN, FUEL, BODY, TRANSMISSION	n_estimators=150, max_features=0.85, random_state=0, max_depth=34, min_samples_split=10, min_samples_leaf=5	Навчальна	0.86	1031	378	9.43
			Тестова	0.84	1552	586	14.5

Джерело: авторська розробка

Наступною розглядалася модель за алгоритмом «градієнтного бустингу». Показники якості, параметри та фактори найкращого варіанту моделі знаходяться у таблиці 9.

Таблиця 9

**Показники точності моделі за алгоритмом «градієнтного бустингу»**

Кіл-сть параметрів	Фактори	Параметри	Вибірка	R <sup>2</sup>	MAE	MAD	MAPE
33	PRODUCER, year, mileage, volume, FUEL, TRANSMISSION, POWERTRAIN, BODY, REGION, doors, seats, total_features, model_year, FIRST_REG, PRIGNANA, DPT, condition_n, safety_n, comfort_n, multimedia_n, other_n, MY_ESTIMATION, year_mileage, year_volume, year_model_year, mileage_volume, mileage_model_year, volume_model_year, year^2, mileage^2, volume^2, total_features^2, model_year^2	learning_rate=0.05, l2_leaf_reg=0, bagging_temperature=3, border_count=1000, depth=13, iterations=100, random_seed=0, eval_metric=MAE, , random_strength=4, rms=0.7	Навчальна	0.99	881	539	12.18
			Тестова	0.91	1521	624	15.41

Джерело: авторська розробка

Далі була побудована нейронна мережа. Найважливішими параметрами для нейронної мережі є кількість шарів, нейронів у шарах, використані функції активації, регуляризація та алгоритм оптимізації. Архітектура найкращого варіанту нейронної мережі зображено на рис.1,

показники якості, параметри та фактори, що були використані для моделювання ціни, зображені у табл. 10.

Layer (type)	Output Shape	Param #
dense_1 (Dense)	(None, 1024)	35840
dense_2 (Dense)	(None, 512)	524800
dense_3 (Dense)	(None, 256)	131328
dense_4 (Dense)	(None, 128)	32896
dense_5 (Dense)	(None, 1)	129
Total params: 724,993		

**Рис. 1. Архітектура нейронної мережі**

Джерело: авторська розробка

**Таблиця 10**

**Показники точності нейронної мережі**

Кіл-сть входів	Фактори	Параметри	Вибірка	R <sup>2</sup>	MAE	MAD	MAPE
34	PRODUCER, year, mileage, volume, TRANSMISSION, REGION, seats, total_features, model_year, PRIGNANA, DPT, POWERTRAIN, BODY, year_mileage, year_volume, year_model_year, mileage_volume, mileage_model_year, volume_model_year, year^2, mileage^2, volume^2, model_year^2	optimizer = RMSprop, learning_rate=0.03, activation = RELu, linear (ост.шар), batch_size=128, epochs =10, регуляризація = L1(0.01), L2(0.01)	Навчальна	0.84	1472	603	13.94
			Тестова	0.82	1654	635	15.35

Джерело: авторська розробка

Із аналізу табл. 10 можна зробити висновок, що критерії якості апроксимації та прогнозування нейронної мережі наближені до аналогічних показників у моделі за алгоритмом «випадковий ліс».

Останньою моделлю ринкової ціни на авто розглядався ансамбль моделей – поєднання окремих моделей для отримання кращого результату. Техніка комбінації кількох моделей застосовується і таких моделях, як моделі за алгоритмами «градієнтний бустинг» та «випадковий ліс». Найпростіший спосіб поєднання кількох моделей в одну для отримання комбінованого прогнозу – це розрахунок простого середнього прогнозів серед прогнозів за обраними моделями. Саме таким чином і був створений ансамбль моделей, що включає у себе нейронну мережу, моделі за алгоритмами «випадковий ліс» та «градієнтний бустинг». Результати якості ансамблю моделей показані у таблиці 11.

Таблиця 11

## Показники якості для ансамблю моделей

Моделі, що увійшли до ансамблю	Вибірка	R <sup>2</sup>	MAE	MAD	MAPE
«Випадковий ліс», «Градiєнтний бустинг», Нейронна мережа	Навчальна	0.93	1067	486	11.2
	Тестова	0.88	1492	587	14.34

Джерело: авторська розробка

Отже, в дослідженні було отримано 7 альтернативних моделей ціни на вживане легкове авто. Результати порівняльного аналізу прогнозних якостей моделей представлено у табл. 12.

Таблиця 12

## Порівняння прогнозних якостей моделей (на тестових вибірках)

Модель	R <sup>2</sup>	MAE	MAD	MAPE
Лінійна регресія	0.64	2530	1172	39.39
Поліноміальна регресія	0.65	2285	1010	27.95
KNN	0.79	1674	644	16.25
Дерево рішень	0.85	1786	657	16.25
«Випадковий ліс»	0.84	1552	586	14.5
«Градiєнтний бустинг»	0.91	1521	624	15.41
Нейронна мережа	0.82	1654	635	15.35
Ансамбль	0.88	1492	587	14.34

Джерело: авторська розробка

Таким чином, модель ансамблю є найкращою моделлю по усіх критеріях якості апроксимації, окрім R<sup>2</sup>. Показник MAD на 1 одиницю виявився гіршим ніж для ансамблю, ніж у моделі за алгоритмом «випадковий ліс», але можна вважати таку різницю незначимою. Деяке нехтування показником R<sup>2</sup> пов'язане з тим, що цей критерій сильно реагує на екстремальні помилки для нетипових об'єктів (викидів). А так як акцент побудови моделі ринкової вартості ціни на авто ставиться саме на її узагальнюючій можливості, то набагато важливішим є краще пристосування моделі до типових та найпоширеніших представників вибірки. Якісна перевага ансамблю моделей пояснюється тим, що в ансамбль було включено три найкращі із семи побудованих моделей. Отже, саме машинні методи навчання показали найкращі прогнозні результати якості для визначення ціни на легковий вживаний автомобіль.

**Висновки.** Результатами проведеної роботи можна вважати наступне:

- 1) виявлено, що нелінійні моделі значно краще справляються із задачею моделювання ціни на легковий автомобіль, ніж лінійні моделі. Це може пояснюватися наявністю нелінійного зв'язку між ціною автомобіля та його споживчими характеристиками;
- 2) усі розглянуті нелінійні моделі мають приблизно однакові прогнозні якості (різниця між середньою відносною похибкою апроксимації найбільш і найменш точних нелінійних моделей у межах 2%);
- 3) саме машинні методи навчання показали найкращі прогнозні якості для визначення ціни на легковий вживаний автомобіль порівняно із регресіями;
- 4) комбінація кількох методів моделювання ціни авто в рамках ансамблю моделей (алгоритми «випадковий ліс», «градiєнтний бустинг» та нейронна мережа) показала найкращі якість апроксимації вихідних даних та прогнозу здатність;
- 5) реалізація прогнозування ціни на легковий автомобіль на підставі отриманого ансамблю моделей може бути автоматизована для створення експертної системи для оцінки очікуваної ринкової вартості вживаного авто, що дає змогу за лічені хвилини отримувати формалізований прогноз ціни.

**Література**

1. Осокина О.А. Эконометрическое моделирование стоимости автомобиля Renault Duster на вторичном рынке. *VII Международная студенческая научная конференция «Студенческий научный форум»*. Москва, 2015. С. 8.
2. Журкина Е.А. Эконометрическое моделирование стоимости автомобиля Renault Duster на вторичном рынке. *VII Международная студенческая научная конференция «Студенческий научный форум»*. Москва, 2015. С. 6.
3. Мрочко А.А., Батожаргалов Б. Эконометрический анализ рынка подержанных автомобилей (BMW, MERCEDES, AUDI). *Международный студенческий научный вестник*. Пенза, 2015. №6. С. 28.
4. Валеева З.Ф., Исавнин А.Г. Эконометрическое моделирование стоимости автомобилей на вторичном рынке в городе Набережные Челны. *Фундаментальные исследования*. Москва, 2016. № 6. С. 154–158.
5. Утакаева И. Х. Применение пакета статистического анализа Python для анализа данных автомобильного рынка. *Вестник Алтайской академии экономики и права*. 2019. № 2. С. 346–351.
6. Gegic E., Isakovic B., Keco D., Masetic Z. & Kevric J. Car Price Prediction using Machine Learning Techniques. Сараево: *TEM Journal*, 2019. №1 (8). С. 113–118.
7. Kanwal N., Sadaqat J. Vehicle Price Prediction System using Machine Learning Techniques. *International Journal of Computer Applications*. Нью-Йорк, 2017. №9. Вип. 167. С. 27–31.
8. Ozcalici, M. Predicting Second-Hand Car Sales Price Using Decision Trees and Genetic Algorithms. *Alphanumeric Journal*. Стамбул, 2017. № 5. С. 103–114.
9. Aatoria. URL: <https://auto.ria.com>.
10. Statmodels. URL: <https://www.statmodels.org/>.
11. Sklearn. URL: <https://scikit-learn.org/>.
12. Catboost. URL: <https://catboost.ai/>.
13. Keras. URL: <https://keras.io/>.
14. How to Build, Develop and Deploy a Machine Learning Model to predict cars price using Neural Networks. *Medium*. URL: <https://medium.com/thelaunchpad/how-to-build-develop-and-deploy-a-machine-learning-model-to-predict-cars-price-using-neural-7f7439a37300>.

**Reference**

1. Osokina, O. (2015). Econometric modeling of the cost of the car Renault Duster in the secondary market. Moscow: *VII International Student Scientific Conference "Student Scientific Forum"*. p.8. (in Russian)
2. Zhurkina, E. (2015). Econometric modeling of the cost of the car Ford Fiesta in the secondary market, the example calculations. Moscow: *VII International Student Scientific Conference "Student Scientific Forum"*. p.6. (in Russian)
3. Mrochko, A., Batojargalov, B. (2015). Econometric analysis of the market for used cars (BMW, Mercedes, Audi). Moscow: *International student scientific newsletter*, 6, 28. (in Russian)
4. Valeeva, Z., Isavnin, A. (2016). Econometric modeling of price car in the secondary market in the city of Naberezhnye Chelny. Moscow: *Fundamental research*, 6, 154-158. (in Russian)
5. Utakaeva, I.H. (2019). Experience of econometric modeling using the statistical analysis package Python. *Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law*, 2, 346-351. (in Russian)
6. Gegic, E., Isakovic, B., Keco, D., Masetic, Z. & Kevric, J. (2019). Car Price Prediction using Machine Learning Techniques. Сараево: *TEM Journal*, 1 (8), 113-118.
7. Kanwal, N., Sadaqat, J. (2017). Vehicle Price Prediction System using Machine Learning Techniques. New York: *International Journal of Computer Applications*, 167, 27-31.
8. Ozcalici, M. (2017). Predicting Second-Hand Car Sales Price Using Decision Trees and Genetic Algorithms. Istanbul: *Alphanumeric Journal*, №5, 103-114.
9. Aatoria. Retrieved from <https://auto.ria.com>.
10. Statmodels. Retrieved from <https://www.statmodels.org/>.
11. Sklearn. Retrieved from <https://scikit-learn.org/>.
12. Catboost. Retrieved from <https://catboost.ai/>.
13. Keras. Retrieved from <https://keras.io/>.
14. How to Build, Develop and Deploy a Machine Learning Model to predict cars price using Neural Networks (2019). *Medium*. Retrieved from <https://medium.com/thelaunchpad/how-to-build-develop-and-deploy-a-machine-learning-model-to-predict-cars-price-using-neural-7f7439a37300>.



## РЕГІОНАЛЬНА ЕКОНОМІКА

УДК 338.554

DOI: 10.26565/2311-2379-2019-97-05

**В.М. Даніч, І.В. Старчак**

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна  
пл. Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна

E-mail: [danichvitaly@gmail.com](mailto:danichvitaly@gmail.com), [irina.starchak76@gmail.com](mailto:irina.starchak76@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6147-2309>

### ДИНАМІКА РЕГІОНАЛЬНИХ РИНКІВ ЖИТЛОВОЇ НЕРУХОМОСТІ В УКРАЇНІ

У статті досліджено динаміку загального індексу цін та індексу цін на первинному та вторинному ринку житлової нерухомості (2015–2019 рр.) на однокімнатні, двокімнатні і трикімнатні квартири. Розглянуто стан та визначено тенденції розвитку ринку житлової нерухомості, який, в свою чергу, характеризується недосконалістю, проблемами нерівномірного розвитку певних частин ринку, закритістю, недостовірністю і недостатньою інформацією про вартість, суб'єктів, об'єкти, реальний попит та пропозицію у даній економічній сфері країни та в умовах дезінтеграційних процесів. Не досить досконалою також є нормативно-правова база, за допомогою якої, здійснюється контролювання та регулювання даного типу ринку. Визначена сукупність факторів та методів, які використовують при дослідженні сфери нерухомості, її оцінці, аналізі тенденцій розвитку в певному часовому періоді. На карті України приведено дані про середню ціну квадратного метру житла по всіх обласних центрах станом на вересень 2019 р., та зроблено порівняння з вереснем 2018 р., виявлено міста, у яких відбулося найбільше чи найменше зміння ціни. Побудовано та проаналізовано динаміку індексу цін на будівельно-монтажні роботи (2015–2019 рр.), який характеризує зміни та суттєво впливає на кінцеву вартість нерухомості в певному проміжку часу в процесі будівництва. Було визначено фактори, що вплинули на зміну цього індексу. Також було відображено динаміку середньої ціни квадратного метру житлової нерухомості по різних регіонах України, виявлено чинники та фактори, які обумовлюють цю динаміку за 2012–2019 рр. В результаті зроблено аналіз сучасного стану ринку нерухомості упродовж останніх 7 років таких міст як Луганськ, Київ, Львів, Донецьк, Харків, Одеса, Севастополь, Сімферополь. Виявлено психологічні фактори, що вплинули на зростання чи падіння вартості об'єктів житлової нерухомості в обраних великих містах України та в містах поблизу воєнних дій (Северодонецьк, Лисичанськ) в період довоєнного часу та після.

**Ключові слова:** регіональні ринки нерухомості, індекс цін, середня ціна квадратного метру, динаміка.

**JEL Classification:** C43, O18, R31, R32.

**Vitaly Danich, Iryna Starchak**

V.N. Karazin Kharkiv National University  
4 Svobody Sq., 61022, Kharkiv, Ukraine

E-mail: [danichvitaly@gmail.com](mailto:danichvitaly@gmail.com), [irina.starchak76@gmail.com](mailto:irina.starchak76@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6147-2309>

### DYNAMICS OF REGIONAL RESIDENTIAL REAL ESTATE MARKETS IN UKRAINE

The dynamics of the general price index and price index on the primary and secondary residential real estate market (2015–2019) for one-room, two-room and three-room apartments is constructed in the article. The state and tendencies of development of the residential real estate market are considered, which in turn is characterized by: imperfection, problems of uneven development of certain parts of the market, closeness, unreliability and insufficient information about: value, subjects, objects, real supply and demand in the given economic sphere of our country in the conditions of disintegration processes. The regulatory framework by which the control and regulation of this type of market is carried out is not perfect enough. Different scientists, both domestic and foreign, have conducted research and determined a set of factors and methods used in the study of real estate, its assessment, analysis of trends in a certain period of time. A map of Ukraine, containing data on the average price per square meter of housing in all regional centers as of September 2019 is presented and comparative analysis with September 2018 is done; the cities with the largest or smallest price change has occurred are identified. The dynamics of the construction price index (2015–2019) was analyzed; it characterizes the changes and has a significant impact on the final value of real estate in a certain period of time during the

construction process, the factors that influence the change of this index are identified. The dynamics of the average price per square meter of residential real estate in different regions of Ukraine is also presented, the factors that determine this dynamics for 2012–2019 were identified – in such cities as Kiev, Lviv, Donetsk, Kharkiv, Odessa, Sevastopol, Simferopol. Psychological factors that influence rise or fall in the value of residential property in selected major cities of Ukraine and in the cities near hostilities (Severodonetsk, Lisichansk) during and after the pre-war period were also identified.

**Keywords:** regional real estate markets, price index, average square meter, dynamics.

**JEL Classification:** C43, O18, R31, R32.

**В.Н. Данич, И.В. Старчак**

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина

пл. Свободы, 4, г. Харьков, 61022, Украина

E-mail: [danichvitaly@gmail.com](mailto:danichvitaly@gmail.com), [irina.starchak76@gmail.com](mailto:irina.starchak76@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6147-2309>

## ДИНАМИКА РЕГИОНАЛЬНЫХ РЫНКОВ ЖИЛОЙ НЕДВИЖИМОСТИ В УКРАИНЕ

В статье исследуется динамика общего индекса цен и индекса цен на первичном и вторичном рынке жилой недвижимости (2015–2019 гг.) на однокомнатные, двухкомнатные и трехкомнатные квартиры. Рассмотрено состояние и определены тенденции развития рынка жилой недвижимости, который, в свою очередь, характеризуется несовершенством, проблемами неравномерного развития определенных сегментов рынка, закрытостью, недоверенностью и недостаточностью информации о стоимости, субъектах, объектах, реальном спросе и предложении в данной экономической сфере в стране в условиях дезинтеграционных процессов. Недостаточно совершенна также нормативно-правовая база, с помощью которой осуществляется контроль и регулирование данного типа рынка. Определена совокупность факторов и методов, используемых при исследовании сферы недвижимости, ее оценке, анализе тенденций развития в определенном временном периоде. Прокомментировано карту Украины, которая содержит данные о средней цене квадратного метра жилья по всем областным центрам, по состоянию на сентябрь 2019 г. и сделано сравнение с сентябрем 2018 г., выявлены города, в которых произошло наибольшее или наименьшее изменение цены. Отображена и проанализирована динамика индекса цен на строительно-монтажные работы (2015–2019 гг.), который характеризует изменения и существенно влияет на конечную стоимость недвижимости в определенном промежутке времени в процессе строительства. Были определены факторы, повлиявшие на изменение этого индекса. Также была исследована динамика средней цены квадратного метра жилой недвижимости по разным регионам Украины, выявлены закономерности и факторы, обуславливающие эту динамику за 2012–2019 гг., в результате сделан анализ современного состояния рынка недвижимости и на протяжении последних 7 лет таких городов, как Луганск Киев, Львов, Донецк, Харьков, Одесса, Севастополь, Симферополь. Выявлено психологические факторы, повлиявшие на рост или падение стоимости объектов жилой недвижимости в избранных крупных городах Украины и в городах вблизи военных действий (Северодонецк, Лисичанск), в период довоенного времени и после.

**Ключевые слова:** региональные рынки недвижимости, индекс цен, средняя цена квадратного метра, динамика.

**JEL Classification:** C43, O18, R31, R32.

**Постановка проблеми.** За останні роки ринок житлової нерухомості в Україні зазнав різних змін в залежності від регіону, його підконтрольності та політичного становища. Тому вкрай важливим є аналіз тенденцій ринку, як загальних, так і диференційованих за регіонами, виявлення факторів, що визначили динаміку цін, оцінка ролі політичних подій, які привели до реальної дезинтеграції країни, масових потоків біженців та переселенців, різкої зміни попиту, пропозицій житла і, відповідно, цін на нього.

Слід відзначити нагальну необхідність своєчасної фіксації такої динаміки, зокрема психологічного сприйняття військових подій, виникнення квазідержавних утворень та впливу психологічного фактору на пропозицію, попит і ціни. Це дослідження присвячено аналізу та вияву чинників, які послугували у змінненні ціни житлової нерухомості за період 2012–2019 рр.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Ринок житлової нерухомості є одним з найбільш важливих, актуальних, як з точки зору пересічного громадянина, власника житла, його потенційного продавця і покупця, так і з точки зору будівельного бізнесу, посередників (оцінювачів, ріелторів, нотаріусів), тощо. Дослідженню ринку нерухомості, визначенню його структури й поведінки, зовнішніх та внутрішніх факторів, які впливають на стан ринку, побудові

моделей динаміки присвячено безліч робіт. Зупинимось на дослідженнях останніх років, які дають оцінку ринку житлової нерухомості України в контексті соціально-економічної та політичної нестабільності.

Стаття Сафонова Ю. М. та Євтеєвої В. Г. (Сафонов & Євтеєва, 2013) присвячена загальним питанням розвитку, функціонування житлового ринку України, оцінці державної політики у розвитку ринку житла, маркетингової стратегії будівельних фірм.

У роботі (Хавар, 2015) здійснено детальний диференційований за регіонами аналіз ринку станом на другу половину 2014 р., визначені особливості та тенденції, викликані політичними процесами та військовою агресією на Сході України, анексією Криму. Зроблено висновок, що основним трендом розвитку ринку житла буде подальше повільне зниження цін.

Схожі питання розглянуті у роботі Процаликіної А.М. та Вуяхевич Д.С. (Процаликіна & Вуяхевич, 2015). Проаналізована динаміка цін на житло з 2003 до 2014 рр. Зроблено висновок, що ринок житла в Україні у найближчі роки перебуватиме в стані депресивної стабільності, що проявлятиметься у зниженні ємності ринку і поступовому падінні цін.

У роботі Давиденко Н.М, Воронченко О.В. (Давиденко & Воронченко, 2017) визначено основні елементи, ключові фактори, які впливають на функціонування ринку, відзначено, що нерухомість можна розглядати як товар (у разі придбання для власного користування), а також як інвестиційний актив (у разі використання для отримання прибутку).

Динаміка кон'юнктури ринку розглянута у роботі Загребельної К. В. (Загребельна, 2018). Виявлені чинники, що впливають на структурні зміни платоспроможного попиту. Проаналізовано динаміку цін на нерухомість у м. Києві за період 2011–2018 рр. Згідно наведеним даним стрибок цін у 2014–2015 рр. змінився спадом у 2017–2018 рр.

У роботі Ажаман І. А. та Сливка Д. О. (Ажаман & Сливка, 2018) досліджено стан та тенденції розвитку ринку житлової нерухомості Одещини. Визначено характерні ознаки та особливості ринку, дана оцінка динаміки житлового фонду. За даними Головного управління статистики в Одеській області (рис. 2 цитованої статті) ринок житла фактично стоїть на місці.

Питання аналізу, моделювання, прогнозування вартості житла розглянуті у роботах (Мінц, 2016; Бурова & Паничкіна, 2016; Brooks & Tsolacos, 2010). Зокрема, Мінц А. Ю. (Мінц, 2016) використовує метод системної динаміки для аналізу та прогнозу цін у сфері житлової нерухомості. Він аналізує діаграму причинно-наслідкових зв'язків факторів, які пов'язані з формуванням цін і пропонує відповідну алгоритмічну модель для обґрунтування цін на житло.

Паничкіна М. В. та Бурова І. В. (Бурова & Паничкіна, 2016) перевіряють доцільність використання економетричних методів аналізу при оцінці вартості житла. Автори доводять, чому їх моделі є адекватними для окремих груп квартир і добре відображають ринкову ціну в умовах невизначеності.

Закордонні вчені в своїх роботах зосереджуються на дослідженні коливань вартості житла. Тому основними принципами та методами їх досліджень є статистичні, які підходять для країн, для яких характерна стабільна економічна ситуація. Для країн, які знаходяться в ситуації бурхливого економічного зростання або кризи, дослідження з використанням статистичних методів не є ефективними – вони не дають статистично значущих результатів. Наприклад, С. Brooks, S. Tsolacos в своїх дослідженнях приділяють цьому аспекту основну увагу (Brooks & Tsolacos 2010).

**Мета та завдання роботи.** Мета дослідження полягає в дослідженні динаміки цін на регіональних ринках житлової нерухомості та індексу цін в Україні в цілому, аналізі й оцінці сучасних тенденцій розвитку сфери нерухомості, сукупного та регіональних ринків України, виявленні факторів, що визначили динаміку цін на житло, оцінці ролі політичних подій, які привели до збройного конфлікту, реальної дезінтеграції країни, масових потоків біженців та переселенців, різкої зміни попиту, пропозиції житла і, відповідно, цін на нього. Слід відзначити нагальну необхідність своєчасної фіксації такої динаміки, зокрема психологічного фактору, на пропозицію, попит і ціни.

Для досягнення поставленої мети в роботі було визначено наступні завдання: виявлення джерел та збір статистичних даних про вартість квадратного метру та індекс вартості монтажно-будівельних робіт, як по Україні в цілому, так і по регіонах, враховуючи підконтрольні й невідконтрольні території, оцінка динаміки, виявлення й пояснення тенденцій.

**Основні результати дослідження.** Оскільки головним об'єктом дослідження є регіональний ринок житла, уточнимо це поняття. Житло відноситься до нерухомого майна. Під

регіональним ринком розуміється ринок окремого територіального підрозділу (області, району) або частин різних територіальних підрозділів, пов'язаних між собою господарськими зв'язками. (Рибалкін & Бодрова, 2007)

Як зазначено в (Павлов, 2017), існує багато підходів до поняття «регіональний ринок житлової нерухомості», під яким розуміється система відносин між суб'єктами ринку, в основі якої знаходяться регіональні особливості ціноутворення.

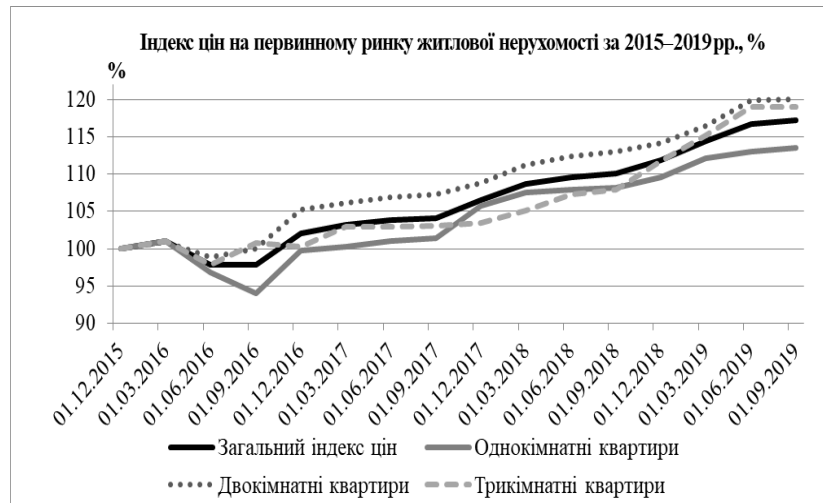
Суб'єктами регіонального ринку нерухомості виступають продавець, покупець та суб'єкти, які здійснюють посередницькі послуги та операції. Об'єктами є будівлі та споруди. (Стрішинець & Павлов, 2016)

На сферу регіональної нерухомості впливають різні фактори – економічні, соціально-демографічні, природні тощо (Зотов & Моченков, 2008).

Для регіонального ринку характерні проблеми нерівномірного розвитку. Населення має низький рівень платоспроможності у зв'язку з дезінтеграцією та загальним соціально-економічним становищем.

Ціна об'єкту у нерухомості – це ціна звершеної певної угоди з купівлі-продажу такого об'єкту. Індекс цін на житло – показник, виражений у відсотках, він характеризує зміну вартості житлової нерухомості у певному проміжку часу. Загальний індекс цін на житло – показник, який має найвищий рівень агрегації, містить в собі всі певні товари, які, в свою чергу, містяться в індексі ціни на житло. (Інтернет-портал «Олімп Консалтинг», Державний комітет статистики України, 2019)

Графік (рис. 1), демонструє динаміку індексу цін на первинному ринку житлової нерухомості в Україні за останні роки. Аналізуючи цей графік, можна зробити висновок, що у 2019 р. станом на червень місяць, порівняно з червнем 2018 р.: індекс цін зріс на 6%, при чому індекс цін на однокімнатні квартири виріс на 4,5%, на двокімнатні та трикімнатні квартири, відповідно, – на 5,7% та 10,3%. Якщо порівнювати 2018 і 2017 роки, то первинний ринок характеризується зростанням ціни на 5,4%.



**Рис. 1. Динаміка індексу цін на первинному ринку житлової нерухомості (зростаючим підсумком) в Україні за 2015–2019 рр.**

Джерело: Інтернет-портал «Мінфін» (Інтернет-портал «Мінфін», 2019)

Графік (рис. 2), представлений нижче, ілюструє як динаміка індексу цін на вторинному ринку житлової нерухомості в Україні змінювалась в період останніх років у вигляді зростаючого підсумку, який наглядно відображає тенденцію даного індексу. Даний графік показує, що у 2019 р. станом на червень місяць, порівняно з червнем 2018 р.: загальний індекс цін зріс на 11,9%, в той час як індекс цін на однокімнатні квартири виріс на 9,3%, на двокімнатні та трикімнатні, відповідно, – на 13,4% та 12,6%. Якщо порівнювати 2018 і 2017 роки, то на вторинному ринку житлової нерухомості ціни зросли на 5%.



**Рис. 2. Динаміка індексу цін на вторинному ринку житлової нерухомості в Україні (зростаючим підсумком) в Україні за 2015–2019 рр.**

Джерело: Інтернет-портал «Мінфін» (Інтернет-портал «Мінфін», 2019)

У сфері нерухомості також використовується індекс цін на будівельні роботи, який також впливає на вартість житлової нерухомості. Тому розглянемо його особливості.

Індекс цін на будівельні роботи дає можливість характеризувати будь-яку зміну ціни в певному проміжку часу в процесі будівництва. Його призначення полягає в виявленні змін у цінах певного переліку матеріального забезпечення на даному проміжку часу відносно попереднього (або базисного) періоду часу. Матеріальне забезпечення включає в себе необхідні ресурси для будівництва. (Інтернет-портал «Мінфін», 2019)

На рис. 3 зображено динаміку змінення цього індексу у відсотковому вираженні відносно до попереднього місяця, за останні чотири роки після посилення політичної та економічної нестабільності країни. Найбільшого значення індекс цін на будівельні роботи досягнув у лютому 2018 р. (108%), що викликано збільшенням вартості матеріалів та цін на будівельні роботи в результаті підвищення середньої заробітної платні. До цього слід додати підвищення тарифів на газ та електроенергію. Найменше значення було у червні 2019 р. (99%).

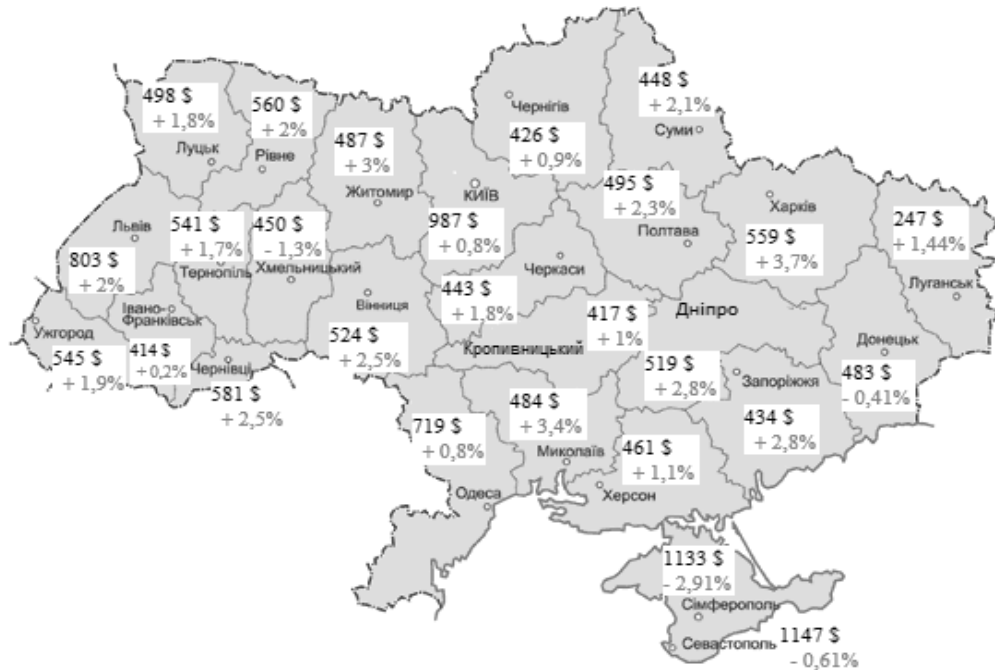


**Рис. 3. Динаміка індексу на будівельно-монтажні роботи в Україні за період 2015–2019 рр.**

Джерело: створено авторами за даними Держкомстату (Держкомстат, 2019)

Рис. 4 ілюструє, якою є середня вартість квадратного метра житлової нерухомості на регіональних ринках нерухомості в Україні у вересні 2019 р. та процентні зміни в порівнянні з вереснем 2018 р. Можемо зробити висновок, що за останній рік серед великих обласних центрів середня вартість квадратного метра житлової нерухомості збільшилася у відсотках на: Київ – 0,8%; Львів – 2%; Харків – 3,7%; Одеса – 0,8%; Дніпро – 2,8%. Отже, найбільше

зростання ціни квадратного метру за останній рік відбулося у місті Харкові (3,7%). А в місті Сімферополі відбулося найбільше зменшення ціни – на 2,91%.



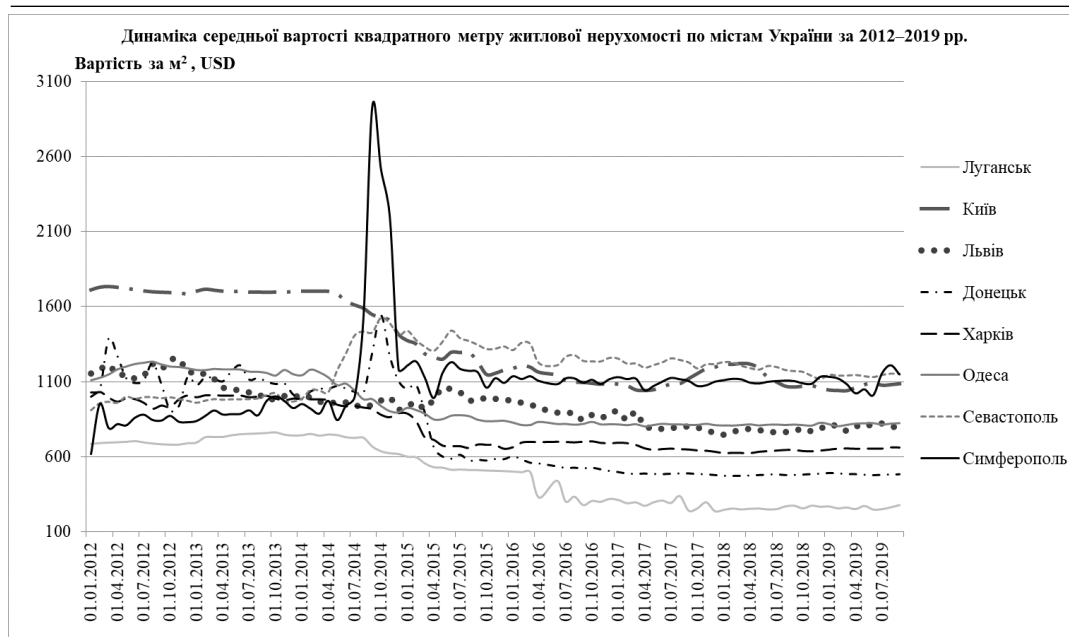
**Рис. 4. Середня ціна квадратного метру на ринку житлової нерухомості України у вересні 2019 р. та порівняно з вереснем 2018 р.**

Джерело: Інтернет-портал «Олімп консалтинг» (Інтернет-портал «Олімп консалтинг», 2019)

У Центральному регіоні найбільше підвищення ціни квадратного метру нерухомості за останній рік відбулося у місті Житомирі – показник склав 3%. У Західному регіоні, зокрема для міста Хмельницького, характерне було зменшення вартості житла на 1,3%. У Причорноморському регіоні місто Миколаїв ціни збільшились на 3,4%. Північно-Східний регіон характеризується найбільшим підвищенням вартості, як було зазначено, у місті Харкові – на 3,7%. У Донецько-Придніпровському регіоні міста Дніпро та Запоріжжя стали лідерами підвищення вартості (на 2,8%).

На рис. 5 зображено динаміку середньої вартості квадратного метру житлової нерухомості у різних містах України, у тому числі на територіях Луганської та Донецької областей (Луганськ, Київ, Львів, Донецьк, Харків, Одеса, Севастополь, Сімферополь) за період з січня 2012 р. по вересень 2019 р. Даний графік відображає, як змінювалась ця вартість до початку військових дій на Сході України та анексії Криму і по сьогоднішній день. Якщо розглядати більш детально ситуацію на сході України, то: у Северодонецьку, який набув статусу обласного центру, у 2013 р. середні ціни на житлову нерухомість склали за однокімнатну квартиру від 8 500 до 15 000 \$, за двокімнатну ціни стартували від 10 000 до 20 000 \$, трікімнатні квартири коштували від 13 000 до 25 000 \$. 2015–2017 рр. характеризуються тим, що оренда квартир складала 90% всіх угод. Причина – житло винаймали переселенці.

У Лисичанську у 2014 р. ситуація на ринку житла різко погіршилася, місто певний час було невідконтрольною територією. Ціни за однокімнатну квартиру стартували від 3 000 \$, хоча до конфлікту вони були в два рази вищими. До 2014 р. трікімнатна мебльована квартира з автономним опаленням у центрі міста вартувала в межах 30 000 \$, а з початком збройного конфлікту у 2014 та 2015 рр. її ціна просіла на 50%. За цей час збільшилась кількість переселенців з невідконтрольних територій та були переведені до міста різні державні заклади, сусідній Северодонецьк став обласним центром, що дало поштовх до зростання попиту на житло. Але ціни, наразі, залишаються нижчими майже на 35–40%, ніж до 2014 р.



**Рис. 5. Динаміка середньої вартості квадратного метра житлової нерухомості по містам України за 2012–2019 рр.**

Джерело: створено авторами за даними *domik.ua* (Інтернет-портал *domik.ua*, 2019)

Анексія Криму у 2014 р. спочатку призвела до того, що ринок нерухомості був майже заблокований, контори, які займалися нотаріальними питаннями, кадастрові організації, банки, взагалі не вели якісь реєстри прав власності, курс долару збільшився майже вдвічі. Дана ситуація викликала зростання вартості житла на первинному та вторинному ринках у 2–2,5 рази. Якщо у липні 2014 р. один квадратний метр коштував на вторинному ринку приблизно 50 000 руб., то вже у вересні ця вартість склала 98 000 руб. за квадратний метр. Але до кінця 2014 р. ціни знизились майже на 15–20%. Починаючи з 2015 р., ціна більш-менш стабілізувалася. У лютому 2016 р. вартість житла на вторинному ринку знову зросла (на хвилі інформації про будівництво мосту, який з'єднає Крим з РФ); згодом, у 2017 р., ціна знизилася та лишалася незмінною на протязі року.

Для Донецька у вересні 2014 р. було характерне зростання ціни квадратного метра приблизно на 50%. Вже під кінець року ціна досягла свого попереднього рівня. У лютому 2015 р. ціна почала падати та знаходилась в межах 627–558 доларів за квадратний метр. В кінці 2016 р. ціна почала падати і досягла 480 \$; така ціна спостерігається по теперішній час. Наразі житло коштує від 6 000 до 15 000 \$.

В Луганську ціни на житлову нерухомість впали у 3–4 рази, якщо порівняти 2013 та 2019 роки. У 2019 р. – порівняно з 2016–2017 рр. – рівень продаж значно зменшився, тому що є проблеми з працевлаштуванням, отриманням української пенсії, зв'язком з рідними й близькими на підконтрольній території тощо. Політичні та економічні перспективи цих регіонів (Донецька та Луганська) вкрай невизначені. До цього слід додати, що документи, які підтверджують права на власність українського зразку, потрібно переоформлювати на зразок непідконтрольних. В центрі міста однокімнатна квартира може коштувати не більше 11 000 \$, і то її навряд чи куплять, і як наслідок, власники змушені знижувати ціни, щоб продати житло. У східних кварталах міста ціни варіюються від 4 до 7 тис. \$ за однокімнатну квартиру.

Ринок житлової нерухомості у місті Києві у 2014 р. реагував на зміну курсу долару, який почав зростати вже у березні місяці. Спочатку року ціна на квартири в доларах зменшилась на 8,9%. Якщо порівнювати зі серпнем 2013 р., то ціна мала тенденцію до зниження у середньому на 12,1%. Найстрімкіше падіння ціни спостерігалось в періоді з квітня 2014 р. по квітень 2015 р.: за рік ціна впала приблизно на 27,5%. У 2017 р. ціна зросла на 11,6% та почалось

зростання пропозиції житла, але темпи продажу квартир не були високими. У 2018 р. ціна на нерухомість продовжила зростати. У вересні 2018 р. порівняно з січнем 2019 р. ціна збільшилась на 11%. Порівняно з жовтнем 2018 р. ціна збільшилась на 12%.

У Львові у 2014 р. збільшився попит на житло від забезпечених покупців з міст Харкова та Дніпра. Початок 2015 р. характеризувався девальвацією гривні, тому населення почало вкладати свої заощадження в нерухомість, і в результаті кількість угод купівлі-продажу зросла ще більше, цей попит викликав і появу більшої кількості забудовників. Конкуренція на ринку житлової нерухомості у місті і по теперішній час є доволі високою.

В Одесі, як і інших містах, також спостерігався різкий спад цін на нерухомість у 2014–2015рр., наразі вартість житла більш-менш стабілізувалась, але все одно залишається нижчою в порівнянні з її вартістю до 2014 р. Якщо в 2013 р. квадратний метр в середньому коштував громадянам 1160 \$, то після 2014 р. ціна впала до 800–830 \$ і досі залишається доволі стабільною. В 2015 р. попит на нерухомість зменшився на 20%. За перше півріччя 2019 р. ціни майже не змінилися, тільки в найдорожчому Приморському районі однокімнатні квартири піднялись в ціні на 5%, двокімнатні – на 5,5%, трикімнатні – на 2,4%.

Ринок нерухомості Харкова останнім часом поживався. Якщо порівнювати 2019 р. і 2012 р., то вартість нерухомості зменшилась майже вдвічі. У липні–серпні 2019 р. угод купівлі-продажу було укладено більше десь на 30–35%, ніж в минулому 2018 р.; після виборів ситуація почала стабілізуватися. Первинний ринок є більш пріоритетним з точки зору інвестування і займає у місті найбільшу частку транзакцій. Наразі ціни на нерухомість стартують від 14 000 \$; початкова ціна для трикімнатної квартири без ремонту складає 20 000 \$.

**Висновки.** У даному дослідженні був проведений аналіз та виявлені закономірності та тенденції розвитку регіональних ринків нерухомості в Україні за період, який охоплює роки до і після початку політичної та економічної нестабільності. Важливим фактором, який має вплив на ціноутворення, є психологічний, коли людина керується власними емоціями щодо стану ринку, що, в свою чергу, позначається на ціні, котра є показником розвиненості як регіону, так і країни в цілому. Загалом можна побачити тенденцію різкого зниження вартості житлової нерухомості у різних містах України після 2014 р., але на протязі останніх трьох років ситуація більш-менш стабілізувалась і ціни коливаються у допустимих межах.

#### Література

1. Brooks C., Tsolacos S. Real Estate Modelling and Forecasting. Cambridge University Press. 2010. 474 p.
2. Mints A.U. Modeling of the pricing process in the housing market by the methods of system dynamics. *Technology audit and production reserves*. 2016. V. 5. № 4 (31). P. 39–45.
3. Ажаман І.А., Сливка Д.О. Стан та тенденції розвитку ринку житлової нерухомості Одещини. *Ефективна економіка*. 2018. №5. URL: [http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/5\\_2018/3.pdf](http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/5_2018/3.pdf)
4. Буркун І. Г. Особливості розвитку і проблеми функціонування регіональних ринків житлової нерухомості. *Економіка та держава*. 2010. № 4. С. 66-69. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecde\\_2010\\_4\\_19](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecde_2010_4_19)
5. Бутова І.В., Паничкина М.В. Применение методов эконометрического анализа для оценки объектов недвижимости в условиях неопределенности рынка. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2016. № 10 (3). С. 458–462.
6. Давиденко Н.М., Воронченко О.В. Сутність та закономірності розвитку ринку нерухомості в Україні. *Інвестиції: практика та досвід*. 2017. № 21. С. 5–7. URL: [http://www.investplan.com.ua/pdf/21\\_2017/3.pdf](http://www.investplan.com.ua/pdf/21_2017/3.pdf)
7. Державний комітет статистики України. Методологічні положення щодо організації державного статистичного спостереження за змінами цін на ринку житла. URL: [http://www.ukrstat.gov.ua/metod\\_polog/metod\\_doc/2019/48/mp\\_cr\\_zh.pdf](http://www.ukrstat.gov.ua/metod_polog/metod_doc/2019/48/mp_cr_zh.pdf).
8. Домик.ua. URL: <http://domik.ua/nedvizhimost/xarkov-prodam-dvuxkomnatnuyu-kvartiru-balakireva-ul-id1019512.html>.
9. Загребельна К.В. Динаміка кон'юнктури ринку нерухомості в Україні. *Економіка та держава*. 2018. № 11. С. 102–106. URL: [http://www.economy.in.ua/pdf/11\\_2018/21.pdf](http://www.economy.in.ua/pdf/11_2018/21.pdf).
10. Зотов І.В., Моченков А.В. Искусство проведения операций с недвижимостью. Харьков: РИП Оригинал. 2008. 320 с.
11. Інтернет-портал «Мінфін» URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/economy/index/houseprice/>.
12. Інтернет-портал «Мінфін»: Індекс цін на будівельні роботи. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/economy/index/buildprice/>.



13. Інтернет-портал «Олімп Консалтинг» URL: <https://olimp.net.ua/obzory/analiz-dinamiki-rynka-zhiloi-vedvizhivosti-v-ukraine.html>.
14. Павлов К.В. Функціональна структура ринку житлової нерухомості: регіональний вимір. *Приазовський економічний вісник*. 2017. Вип. 5(05). С. 224–228. URL: [http://pev.kpu.zp.ua/journals/2017/5\\_05\\_uk/44.pdf](http://pev.kpu.zp.ua/journals/2017/5_05_uk/44.pdf)
15. Прошчалікіна А.М., Вуяхевич Д.С. Сучасні тенденції розвитку ринку житлової нерухомості України. *Молодий вчений*. 2015. № 2 (17). С. 1342–1345. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv\\_2015\\_2%286%29\\_333](http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv_2015_2%286%29_333)
16. Рибалкін В.О., Бодрова В.Г. Політична економія: навч. пос. Київ: Академвидав, 2007. 627 с.
17. Сафонов Ю.М., Євтеєва В.Г. Житлова сфера в Україні: стан та тенденції розвитку. *Ефективна економіка*. 2013 № 6. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2102>
18. Стрішинець О.М., Павлов К.В. Особливості конкурентних відносин на регіональних ринках нерухомості. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія «Економіка»*. Випуск 1(47). Т.2. 2016. С. 35–38.
19. Хавар Ю.С., Сай В.М. Сучасний стан формування ринку нерухомості України. *Молодий вчений*. 2015. № 4(2). С. 73–78. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv\\_2015\\_4%282%29\\_19](http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv_2015_4%282%29_19).

#### Reference

1. Brooks, C., Tsolacos, S. (2010). *Real Estate Modelling and Forecasting*. Cambridge University Press.
2. Mints, A.U. (2016). Modeling of the pricing process in the housing market by the methods of system dynamics. *Technology audit and production reserves*, 5, 4 (31), 39-45.
3. Azhaman, I.A., Slyvka, D.O. (2018). Status and tendencies of the residential real estate market in Odessa. *Efektivna ekonomika*, 5. Retrieved from [http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/5\\_2018/3.pdf](http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/5_2018/3.pdf) (In Ukrainian)
4. Burkun, I. H. (2010). Features of development and problems of functioning of regional residential real estate markets. *Ekonomika ta derzhava*, 4, 66-69. Retrieved from [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecde\\_2010\\_4\\_19/](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecde_2010_4_19/). (In Ukrainian)
5. Burova, Y.V., Panychkina, M.V. (2016). Application of econometric analysis methods for real estate valuation in conditions of market uncertainty. *International journal of applied and fundamental research*, 10 (3), 458-462. (in Russian)
6. Davydenko, N.M., Voronchenko, O. V. (2017). The essence and patterns of development of the real estate market in Ukraine. *Investment: practice and experience*, 21, 5-7. Retrieved from [http://www.investplan.com.ua/pdf/21\\_2017/3.pdf](http://www.investplan.com.ua/pdf/21_2017/3.pdf). (In Ukrainian)
7. State Statistics Committee of Ukraine. Methodological provisions for the organization of state statistical observation of changes in prices in the housing market. Retrieved from [http://www.ukrstat.gov.ua/metod\\_polog/metod\\_doc/2019/48/mp\\_cr\\_zh.pdf](http://www.ukrstat.gov.ua/metod_polog/metod_doc/2019/48/mp_cr_zh.pdf). (In Ukrainian)
8. Domyk.ua. Retrieved from <http://domik.ua/vedvizhivost/xarkov-prodam-dvuxkomnatnyu-kvartiru-balakireva-ul-id1019512.html>.
9. Zahrebel'na, K. V. (2018). Dynamics of the real estate market in Ukraine. *Ekonomika ta derzhava*, 11, 102-106. Retrieved from [http://www.economy.in.ua/pdf/11\\_2018/21.pdf](http://www.economy.in.ua/pdf/11_2018/21.pdf) (In Ukrainian)
10. Zotov, Y.V., Mochenkov, A.V. (2008). *The art of conducting real estate transactions*. Kharkov: RYP Oryhynal. (in Russian)
11. Internet-portal «Minfin». Retrieved from <https://index.minfin.com.ua/ua/economy/index/houseprice/>.
12. Internet-portal «Minfin»: Price index for construction work. Retrieved from <https://index.minfin.com.ua/ua/economy/index/buildprice/>.
13. Internet-portal «Олімп Консалтинг». Retrieved from <https://olimp.net.ua/obzory/analiz-dinamiki-rynka-zhiloi-vedvizhivosti-v-ukraine.html>.
14. Pavlov, K.V. (2017). Functional structure of the residential real estate market: a regional dimension. *Azov Economic Bulletin*, 5(05), 224-228. Retrieved from [http://pev.kpu.zp.ua/journals/2017/5\\_05\\_uk/44.pdf](http://pev.kpu.zp.ua/journals/2017/5_05_uk/44.pdf) (In Ukrainian)
15. Proshchalykina, A.M., Vuyakhevych, D.S. (2015). Current trends of residential real estate market in Ukraine. *Young Scientist*, 2 (17), 1342-1345. Retrieved from [http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv\\_2015\\_2%286%29\\_333](http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv_2015_2%286%29_333) (In Ukrainian)
16. Rybalkin, V.O., Bodrova, V.H. (2007). *The political economy*. Kiev: Akademvydav. (In Ukrainian)
17. Safonov, Y. M., Yevtyeyeva, V.H. (2013). Housing sphere in Ukraine: state and trends of development. *Efektivna ekonomika*, 6. Retrieved from <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2102>. (In Ukrainian)
18. Strishynets', O.M., Pavlov, K.V. (2016). Features of competitive relations in the regional real estate markets. *Scientific Bulletin Of Uzhhorod University. Series "Economics"*, 1(47), 2, 35-38. (In Ukrainian)
19. Khavar, Y.U.S., Say, V.M. (2015). The current state of formation of the Ukrainian real estate market. *Young Scientist*, 4(2), 73-78. Retrieved from [http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv\\_2015\\_4%282%29\\_19](http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv_2015_4%282%29_19). (In Ukrainian)

**М.Г. Слоква**

Київський національний торговельно-економічний університет

вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна

E-mail: [m.slokva@knute.edu.ua](mailto:m.slokva@knute.edu.ua)ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1912-1235>**РЕГІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ ТРАНСФОРМАЦІЇ НАУКОВО-ОСВІТНЬОГО ПОТЕНЦІАЛУ В УКРАЇНІ**

Статтю присвячено аналізу науково-освітнього потенціалу регіонів України, визначенню масштабів і напрямів його трансформації на тлі співставлення з економічними показниками різних регіонів країни. За останні роки, у зв'язку з військовим конфліктом на сході України суттєвих змін зазнали всі сектори економіки, зокрема, й освітня галузь. Переміщення закладів вищої освіти, студентів, професорсько-викладацького складу на підконтрольну Україні територію призвели до трансформації науково-освітнього потенціалу не лише Донецької та Луганської областей, Автономної Республіки Крим, а й інших регіонів країни. Провідною метою галузі вищої освіти є задоволення потреб економіки фахівцями відповідного профілю та рівня кваліфікації безпосередньо у тому регіоні, де розташований вищий навчальний заклад. Це обумовлює значення науково-освітнього потенціалу регіону, як детермінанти у забезпеченні економіки регіону кваліфікованою робочою силою. До початку воєнного конфлікту Донбас, як потужний регіон країни не лише в економічному, а й у науковому та освітньому плані, характеризувався значними показниками діяльності. Так, у 2013 р. Донецький регіон за кількістю вищих навчальних закладів, чисельністю в них студентів, чисельністю прийнятих на перший курс навчання та чисельністю викладацького складу посідав серед регіонів України шосте місце; за випуском фахівців із закладів вищої освіти, чисельністю викладачів із науковими ступенями та вченими званнями був п'ятим, за величиною валового регіонального продукту був другим, поступаючись лише м. Києву, а за чисельністю населення, зайнятого економічною діяльністю, – першим. За теперішнього часу позиції Донецької області змістилися. За кількістю вищих навчальних закладів даний регіон разом з Хмельницькою та Херсонською областями посідає сьоме місце; за чисельністю викладацького складу – чотирнадцяте; за чисельністю студентів, прийнятих на перший курс навчання, числом викладачів із науковими ступенями знаходиться на п'ятнадцятому місці; чисельністю викладачів із вченими званнями – на шістнадцятому, за обсягами випуску фахівців із закладів вищої освіти – на дев'ятнадцятому місці. При цьому, Донецький регіон сьомий за чисельністю зайнятого економічною діяльністю населення та четвертий за обсягами валового регіонального продукту. Разом з тим, регіони (Вінницька, Дніпропетровська, Харківська області, м. Київ), куди було переміщено вищі навчальні заклади з непідконтрольних територій, протягом останніх років демонструють наростання науково-освітнього потенціалу. Очевидні трансформації науково-освітнього потенціалу регіонів обумовлюють диспропорції у розвитку ринку послуг вищої освіти.

**Ключові слова:** вища освіта, регіон, науково-освітній потенціал, трансформація, соціально-економічні показники.

**JEL Classification:** I21, I28, R12, R23.

**Maryna Slokva**

Kyiv National University of Trade and Economics

19 Kyoto str., 02156, Kyiv, Ukraine

E-mail: [m.slokva@knute.edu.ua](mailto:m.slokva@knute.edu.ua)ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1912-1235>**REGIONAL FEATURES OF TRANSFORMATION OF SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL POTENTIAL IN UKRAINE**

The article is devoted to the analysis of the scientific and educational potential of the regions of Ukraine, the determination of the scope and directions of its transformation against the background of comparison with the economic indicators of different territories. In the recent years, in conditions of military conflict in eastern Ukraine all sectors of the economy, including education sector, have undergone significant changes. Moving of higher education institutions, students, teaching staff to the territory, controlled by Ukraine, has led to the transformation of scientific and educational potential not only of Donetsk and Lugansk regions and the Autonomous Republic of Crimea, but also of other regions of the country. The main goal of higher education industry is to meet the needs

of the economy in the specialists of relevant profile and level of qualification, directly in the region, where the higher education institution is located. It determines the importance of the scientific and educational potential of the region as a determinant of the provision of the regional economy of skilled workforce. Prior to the outbreak of the military conflict, Donbas, as a powerful region of the country, not only in economic, but also in scientific and educational sphere, was characterized by significant indicators of activity. For example, in 2013, Donetsk region ranked sixth among the regions of Ukraine in terms of the number of higher education institutions, the number of students, the number of students admitted to the first year of study and the number of teaching staff; in terms of graduates from higher education institutions, the number of teachers with scientific degrees and academic titles it was the fifth; in terms of gross regional product it was the second after Kyiv; and it was the first in terms of population engaged in economic activity. At present, the positions of Donetsk region have shifted. In terms of a number of higher education institutions, this region, together with Khmelnytsky and Kherson regions, is ranked seventh; by the number of teaching staff – it's fourteenth; by the number of the students admitted to the first course, teachers with academic degrees it is on the fifteenth place; by the number of teachers with scientific titles – on the sixteenth one, in terms of the specialists graduates from higher education institutions – on the nineteenth one. At the same time Donetsk region is the seventh largest in terms of economic activity and the fourth largest in terms of gross regional product. On the other hand, during the last years such regions, as Vinnitsa, Dnipropetrovsk, Kharkiv ones and Kyiv city, where higher educational establishments were moved from non-controlled territories, show growth of scientific and educational potential. Obvious transformations of the regions scientific and educational potential lead to disproportions in the development of the higher education services market.

**Keywords:** higher education, region, scientific and educational potential, transformation, socio-economic indicators.

**JEL Classification:** I21, I28, R12, R23.

**М.Г. Слоква**

Киевский национальный торгово-экономический университет

ул. Киото, 19, г. Киев, 02156, Украина

E-mail: [m.slokva@knote.edu.ua](mailto:m.slokva@knote.edu.ua)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1912-1235>

## РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА В УКРАИНЕ

Статья посвящена анализу научно-образовательного потенциала регионов Украины, определению масштабов и направлений его трансформации на фоне сопоставления с экономическими показателями различных регионов Украины. В последние годы, в связи с военным конфликтом на востоке Украины существенные изменения произошли во всех секторах экономики, в том числе, и в образовательной сфере. Перемещение высших учебных заведений, студентов, профессорско-преподавательского состава на неподконтрольную Украине территорию привели к трансформации научно-образовательного потенциала не только Донецкой и Луганской областей и Автономной Республики Крым, но и других регионов страны. Основной целью сферы высшего образования является удовлетворение потребностей экономики в специалистах соответствующего профиля и уровня квалификации непосредственно в том регионе, где находится высшее учебное заведение. Это обуславливает значение научно-образовательного потенциала региона как детерминанты в обеспечении экономики региона квалифицированной рабочей силой. До начала военного конфликта Донбасс как регион страны, ведущий не только в экономическом, а и в научном и образовательном плане, характеризовался значимыми показателями деятельности. Так, в 2013 году Донецкий регион по количеству высших учебных заведений, численности в них студентов, числу принятых на первый курс обучения и численности преподавательского состава занимал среди регионов Украины шестое место; по выпуску студентов из высших учебных заведений, численности преподавателей с научными степенями и учеными званиями был пятым, по величине валового регионального продукта был вторым, уступая только г. Киеву, а по численности населения, занятого экономической деятельностью, – первым. В настоящее время позиции Донецкой области сместились. По количеству высших учебных заведений данный регион (вместе с Хмельницкой и Херсонской областями) занимает седьмое место; по численности преподавательского состава – четырнадцатое; по числу студентов, принятых на первый курс обучения, численности преподавателей с научными степенями находится на пятнадцатом месте; по числу преподавателей с учеными званиями – шестнадцатое, по объемам выпуска студентов из высших учебных заведений – девятнадцатое место. При этом Донецкий регион является седьмым по численности занятого экономической деятельностью населения и четвертым по объемам валового регионального продукта. Вместе с тем, регионы (Винницкая, Днепропетровская, Харьковская области, г. Киев), куда были перемещены высшие учебные заведения с неподконтрольных территорий, на протяжении последних лет демонстрируют нарастание научно-образовательного

потенціала. Очевидные трансформации научно-образовательного потенциала регионов обуславливают диспропорции в развитии рынка услуг высшего образования.

**Ключевые слова:** высшее образование, регион, научно-образовательный потенциал, трансформация, социально-экономические показатели.

**JEL Classification:** I21, I28, R12, R23.

**Постановка проблеми.** Події 2014 року суттєво вплинули на показники соціально-економічного розвитку України та її регіонів, обумовили трансформацію регіональної та галузевої структури економіки. Це повною мірою торкнулося й освітньої сфери. Вищі навчальні заклади були вимушені переміститися на підконтрольну Україні територію та розпочинати налагоджувати освітній процес фактично з нуля. Частина закладів вищої освіти перемістилися на підконтрольні території своїх регіонів, частина переїхала до інших регіонів (м. Вінниця, м. Кривий Ріг, м. Харків, м. Київ), низка освітніх установ припинила своє існування. Студентам було надано можливість закінчити навчання у переміщених закладах або перевестись до будь-якого іншого закладу вищої освіти на підконтрольній території України та продовжувати навчатися на тих умовах, на яких вони поступали. Викладачі, що виїхали з невідконтрольних територій, продовжували освітню діяльність у переміщених закладах освіти, або були вимушені працевлаштовувалися в інші установи виходячи з власних обставин. Все це суттєвим чином вплинуло на зміну структури регіональних ринків послуг вищої освіти, призвело до трансформації науково-освітнього потенціалу регіонів. Визначення масштабів та напрямів трансформацій, встановлення їх відповідностей умовам сьогодення є затребуваним та актуальним питанням.

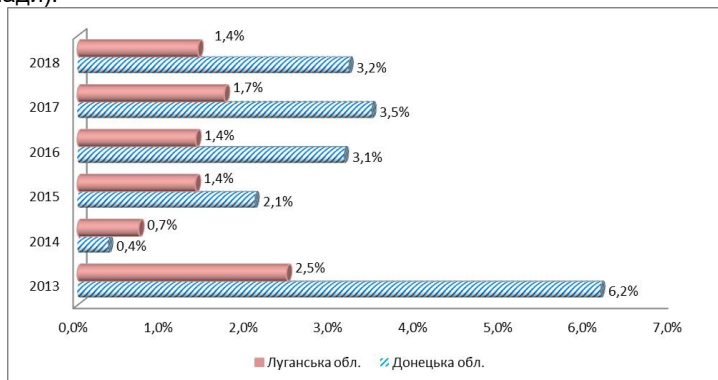
**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Сфера вищої освіти є об'єктом пильної уваги науковців протягом останніх десятиріч. У науковій літературі міститься значна кількість публікацій, присвячених висвітленню різноманітних проблем функціонування вищої школи, зокрема, таких авторів як: М. Артюхіна (Артюхіна, 2016), Т. Боголіб (Боголіб, 2010), Д. Загірняк (Загірняк, 2018), О. Карпюк (Карпюк, 2011), О. Кратт (Кратт, 2017), Т. Оболенська (Оболенська, 2012), І. Пасінович, Ю. Петруня, Л. Цимбал та інших. В умовах агресії з боку Російської Федерації та окупації частини території України освітній потенціал регіонів зазнає певних змін. У наукових публікаціях починають підніматися окремі питання, пов'язані з проблематикою сфери вищої освіти з позиції нових реалій функціонування, зокрема, особливостей отримання вищої освіти дітьми з окупованих територій (В. Дуб, Ю. Кращенко та Г. Сорокіна (Кращенко & Сорокіна, 2016), І. Хомишин (Хомишин, 2017), О. Чальцева (Чальцева, 2019) та інші), функціонування переміщених закладів освіти (Малік, 2015). Проте, не достатньою мірою висвітленими лишаються питання трансформації науково-освітнього потенціалу регіонів в нових умовах, визначення масштабів змін та рівня їх відповідності потребам економіки, що обумовлює необхідність проведення додаткових досліджень.

**Мета статті** – характеристика науково-освітнього потенціалу регіонів України, визначення масштабів і напрямів його трансформації на тлі співставлення з економічними показниками території в умовах воєнного конфлікту.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** До початку воєнного конфлікту на Сході України Донбас був не лише потужним промисловим регіоном, а ще й провідним науковим та освітнім центром. Аналізуючи дані статистики довоєнного періоду щодо таких показників як кількість університетів, академій, інститутів, чисельність осіб, що в них навчаються, чисельність осіб, що прийняті на навчання на перший курс, та тих, що випущено, можна зробити висновок про значні обсяги діяльності освітніх закладів у даному регіоні, що об'єктивно було обумовлено значними потребами економіки у відповідних фахівцях.

За результатами аналізу динаміки кількості університетів, академій, інститутів у Донецькій та Луганській областях за період 2013-2018 рр.. встановлено суттєве їх скорочення, що призвело до втрат позицій регіонів за цим показником. Так, у 2013 р. у Донецькій області функціонувало 20 вищих навчальних закладів III-IV рівнів акредитації, на які припадало 6,2% від загальної кількості таких закладів в Україні, та які забезпечували шосте місце регіону у загальному рейтингу. У 2018 р. їх налічувалося лише 9, що майже вдвічі менше показників 2013 р., а частка регіону також скоротилася майже вдвічі та становила 3,2% (рис.1), це сприяло переміщенню у рейтингу на сьоме місце, яке Донецька область поділила разом з Хмельницькою та Херсонською областями. Питома частка Луганської області за кількістю

закладів у 2013 р. становила 2,5% (8 закладів вищої освіти), у 2018 р. цей показник скоротився до 1,4% (4 заклади).



**Рис. 1. Питомі частки Донецької та Луганської областей за кількістю університетів, академій, інститутів**

Джерело: побудовано за даними (Державна служба статистики України, 2019)

Варто також відзначити, що до анексії АР Крим на її території у 2013 р. функціонувало 16 вищих навчальних закладів III-IV рівня акредитації, питома частка яких у цей період становила майже 5% від загальної кількості таких закладів в Україні (Державна служба статистики України, 2019).

За даними Інформаційно-аналітичного порталу про вищу освіту в Україні та закордоном станом на грудень 2016 року (Вища освіта, 2016) статус переміщених мали 18 вищих навчальних закладів (табл. 1).

Таблиця 1

**Вищі навчальні заклади III-IV рівнів акредитації, які були переміщені до інших міст**

№	Назва ВНЗ	Місто переміщення
1	Донецький національний університет	м. Вінниця
2	Луганський державний університет внутрішніх справ імені Е.О. Дідоренка	м. Северодонецьк
3	Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського	м. Кривий Ріг
4	Донецький юридичний інститут МВС України	м. Кривий Ріг
5	Донецький державний університет управління	м. Маріуполь
6	Державний вищий навчальний заклад «Донецький національний технічний університет»	м. Покровськ
7	Донецький національний медичний університет ім. М. Горького	м. Краматорськ
8	Донбаська національна академія будівництва і архітектури	м. Краматорськ
9	Донецький обласний інститут післядипломної педагогічної освіти	м. Слов'янськ
10	Горлівський інститут іноземних мов Державного вищого навчального закладу «Донбаський державний педагогічний університет»	м. Бахмут
11	Донбаський державний технічний університет	м. Лисичанськ
12	Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля	м. Северодонецьк
13	Луганський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти	м. Северодонецьк
14	Державний заклад «Луганський державний медичний університет»	м. Рубіжне
15	Державний заклад «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»	м. Старобільськ
16	Луганський національний аграрний університет	м. Харків
17	Луганська державна академія культури і мистецтв	м. Київ
18	Таврійський національний університет ім. В.І. Вернадського (з АР Крим)	м. Київ

Джерело: (Вища освіта, 2016)

Як видно з даних табл. 2 у 2018 р. у Донецькій області функціонувало 9 відповідних закладів вищої освіти, причому 5 з них були переміщеними з окупованої частини даного регіону, ще 3 заклади були переміщеними до інших регіонів України. Отже з 20 закладів, що функціонували у 2013 р., у 2018 р. існувало 12, що складало 60% їх початкової кількості. У Луганській області у 2018 р. функціонувало 4 заклади вищої освіти, всі вони були переміщеними з окупованої частини даного регіону, ще 1 заклад було переміщено до іншого регіону України. Таким чином, з 8 закладів, що функціонували у Луганській області у 2013 р., у 2018 р. існувало 6 або 75% від вихідної кількості. Щодо університетів, академій, інститутів, які функціонували на території АР Крим, а таких у 2013 році налічувалося 16, то у 2018 році існував лише 1, який був переміщений у 2016 р. на не окуповану частину України, що становило лише 6% початкової кількості закладів.

Таблиця 2

**Динаміка кількості університетів, академій, інститутів за окремими регіонами на початок навчального року**

Регіон	2013 р.	2018 р.		Кількість закладів, переміщених до інших регіонів станом на 2018 р.	Відхилення кількості закладів, що функціонували у 2018 р. та 2013 р.	
		Усього на території регіону	з них переміщені на не окуповану частину регіону		абсолютне, одиниць	відносне, %
Донецька область	20	9	5	3	8	40
Луганська область	8	4	4	2	2	25
АР Крим та м. Севастополь	16	1	-	1	15	94

Джерело: складено за даними (Державна служба статистики України, 2019) та (Vstup.info, 2019)

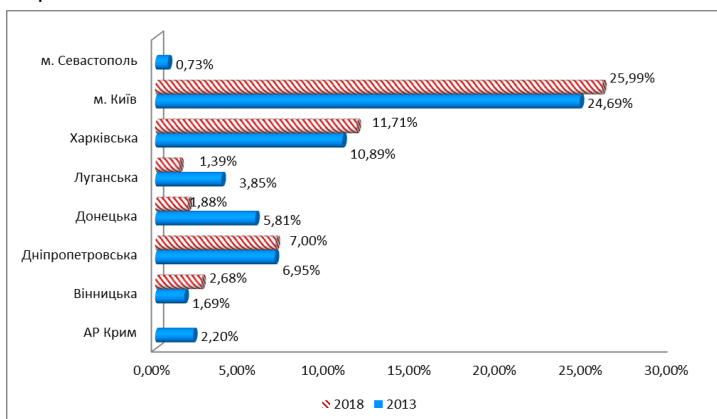
За даними інформаційного ресурсу vstup.info у 2019 р. (Vstup.info, 2019) у Донецькій області проводили набір студентів такі заклади вищої освіти: ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет», Донецький державний університет управління, Донецький національний медичний університет, ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», Донецький університет економіки та права, Маріупольський державний університет, Приазовський державний технічний університет, Донбаська державна машинобудівна академія, Донбаська національна академія будівництва і архітектури. Донецький національний університет, Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського та Донецький юридичний інститут МВС України здійснювали набір в інших регіонах України.

В Луганській області у 2019 р. набір здійснювали Луганський державний медичний університет, Луганський державний університет внутрішніх справ імені Е.О. Дідоренка, Луганський національний університет імені Тараса Шевченка, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля. Луганський національний аграрний університет та Луганська державна академія культури і мистецтв здійснювали набір студентів не на території Луганського регіону.

Щодо закладів АР Крим, то у 2019 р. проводив набір студентів єдиний переміщений заклад – Таврійський національний університет імені В.І. Вернадського, розташований у м. Київ.

Як і в ситуації з показником «кількість університетів, академій, інститутів» протягом 2013-2018 рр.. спостерігається зміна питомих часток Донецької та Луганської областей за чисельністю студентів, що навчаються в університетах, академіях, інститутах (рис.2). Так, якщо за даним показником на Донецьку область у 2013 р. припадало 5,81%, а на Луганську – 3,85%, то вже у 2018 р. цей показник дорівнював, відповідно, 1,88% та 1,39%. Це сприяло переміщенню позицій Донецького регіону з шостого місця, яке він займав у 2013 році за цим показником, на п'ятнадцяте у 2018 році. Разом з тим, питомі частки регіонів, до яких були переміщені дані заклади вищої освіти зі східних регіонів та АР Крим протягом даного періоду демонструють зростання значень. Так, частка Вінницької області за даним показником

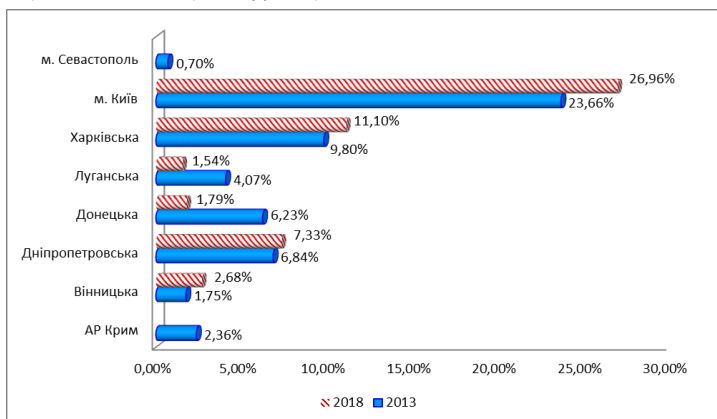
збільшилась з 1,69% до 2,68%, Дніпропетровської – з 6,95% до 7%, Харківської – 10,89% до 11,71%, м. Києва – з 24,69% до 25,99%. Можна зробити висновок, що подібне зростання було спричинено у тому числі й переміщенням до даних регіонів університетів, академій, інститутів з окупованих територій.



**Рис. 2. Частки регіонів за чисельністю студентів університетів, академій, інститутів на початок навчального року**

Джерело: побудовано за даними (Державна служба статистики України, 2019)

Аналіз динаміки питомої частки регіонів за чисельністю осіб, уперше зарахованих на навчання до університетів, академій, інститутів, (рис. 3) свідчить про скорочення протягом 2013-2018 рр. значень по Донецькій області з 6,23% до 1,79% та по Луганській з 4,07% до 1,54%. У результаті Донецька область перемістилася з шостого місця, яке займала у 2013 році, на п'ятнадцяте у 2018 році. При цьому питомі частки регіонів, до яких були переміщені заклади вищої освіти з окупованих територій, за цей період зросли. Вінницька область демонструє зростання питомої частки з 1,75% до 2,68%, Дніпропетровська – з 6,84% до 7,33%, Харківська – з 9,8% до 11,1%, м. Київ – з 23,66% до 26,96%.

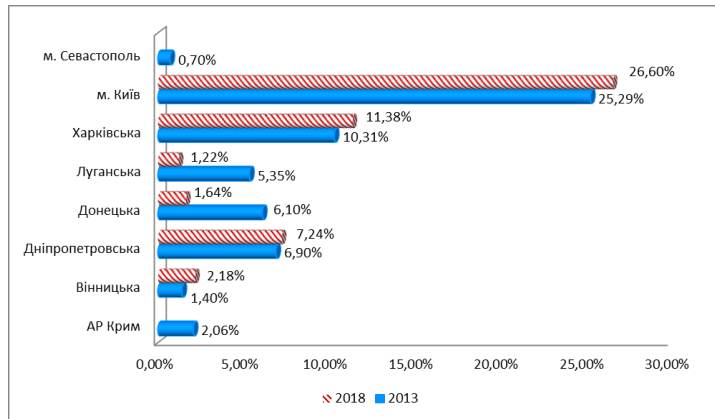


**Рис. 3. Частки регіонів за чисельністю осіб, уперше прийнятих на навчання до університетів, академій, інститутів, на початок навчального року**

Джерело: побудовано за даними (Державна служба статистики України, 2019)

Подібна як і з вище проаналізованими показниками ситуація щодо випуску фахівців із закладів вищої освіти. Як видно з рис. 4 протягом 2013 – 2018 рр. суттєво скоротилася питома частка університетів, академій, інститутів Донецької та Луганської областей за цим показником. Так, якщо у 2013 р. на Донецький регіон припадало 6,1% від загального випуску студентів з цих закладів в Україні, то у 2018 р. вже 1,64%. Це сприяло зміщенню області з п'ятого місця, яке

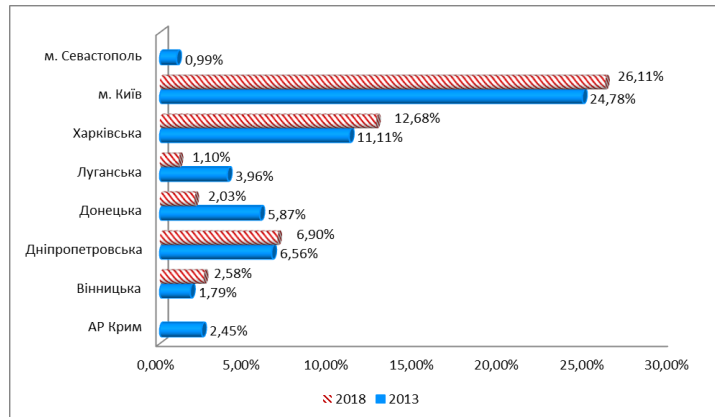
вона займала у 2013 році, на дев'ятнадцате у 2018 році, варто зазначити що це є найбільше її падіння, яке відбулося за п'ять років, за аналізованими показниками. Скорочення питомої частки у випуску спостерігається й по Луганській області, у 2013 р. її показник склав 5,35%, тоді як у 2018 р. вже 1,22%. Проте по регіонах, куди було переміщено освітні заклади, спостерігається зростання. Вінницька область збільшила показник з 1,4% у 2013 р. до 2,18% у 2018 р., Дніпропетровська – з 6,9% до 7,34%, Харківська – з 10,31% до 11,38%, м. Київ – з 25,29% до 26,6%, відповідно.



**Рис. 4. Частки регіонів за чисельністю випущених фахівців з університетів, академій, інститутів**

Джерело: побудовано за даними (Державна служба статистики України, 2019)

Як видно з рисунку 5 протягом досліджуваного періоду суттєво скоротилися питомі частки східних регіонів за чисельністю викладацького складу в університетах, академіях, інститутах. Так частка Донецької області у 2013 р. складала 5,87%, а у 2018 р. – 2,03%, у Луганській області – 3,96% та 1,1%, відповідно. За даним показником Донецька область перемістилася з шостого місця (2013 р.), на чотирнадцате (2018 р.). По регіонах, куди було переміщено заклади вищої освіти з окупованих територій спостерігається збільшення питомої частки за чисельністю викладачів. У Вінницькій області частка зросла з 1,79% у 2013 р. до 2,58% у 2018 р., Дніпропетровській – з 6,56% до 6,90%, Харківській – з 11,11% до 12,68%, м. Києві – з 24,78% до 26,11%.

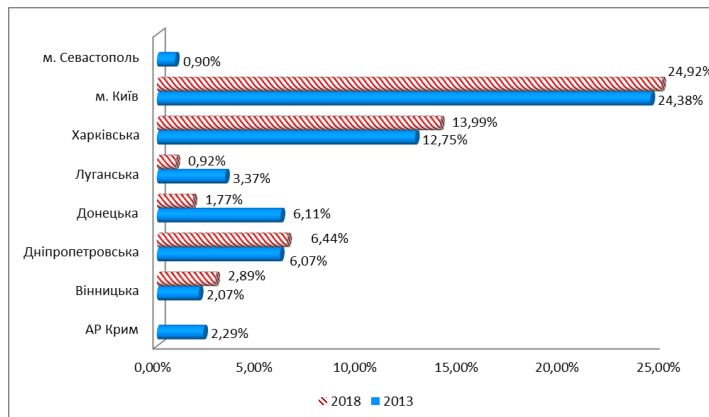


**Рис. 5. Частки регіонів за чисельністю викладацького складу в університетах, академіях, інститутах**

Джерело: побудовано за даними (Державна служба статистики України, 2019)



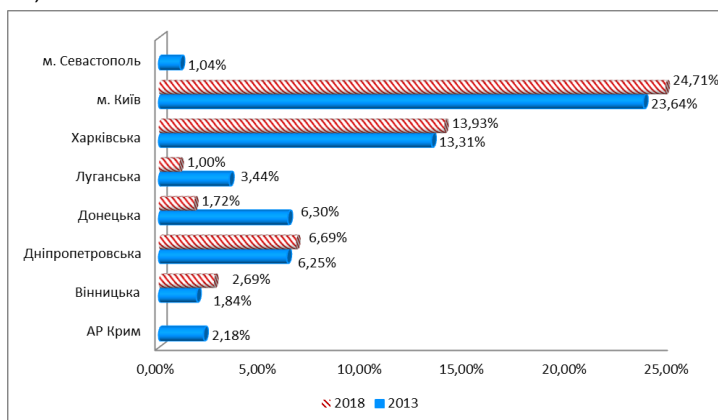
Також протягом 2013-2018 рр. суттєво скоротилися частки Донецької та Луганської областей за кількістю викладачів, що мають наукові ступені (рис. 6), для першого регіону падіння цього показника відбулося з 6,11% до 1,77%, для другого – з 3,37% до 0,92%. У результаті позиції Донецької області у 2018 році погіршилися, вона перемістилася з п'ятого місця, яке займала у 2013 році, на п'ятнадцяте. По інших представлених на рисунку регіонах навпаки спостерігається зростання значень частки: Вінницької області – з 2,07% до 2,89%, Дніпропетровської – з 6,07% до 6,44%, Харківської – з 12,75% до 13,99%, м. Києва – з 24,38% до 24,92%.



**Рис. 6. Частки регіонів за чисельністю викладачів в університетах, академіях, інститутах, які мають наукові ступені**

Джерело: побудовано за даними (Державна служба статистики України, 2019)

За питомою часткою за чисельністю викладачів, що мають вчені звання, протягом 2013-2018 рр. Донецька та Луганська області також суттєво поступилися своїми позиціями (рис. 7). Зниження по Донецькій області відбувалося з 6,3% до 1,72%, по Луганській – з 3,44% до 1%. Це обумовило падіння у 2018 році позицій Донецької області за цим показником з п'ятого місця (2013 р.) на шістнадцяте. При одночасному зростанні показника по Вінницькій області (з 1,84% до 2,69%), Дніпропетровській (6,25% до 6,69%), Харківській (з 13,31% до 13,93%), м. Києву (з 23,64% до 24,71%).



**Рис. 7. Частки регіонів за чисельністю викладачів в університетах, академіях, інститутах, що мають вчені звання**

Джерело: побудовано за даними (Державна служба статистики України, 2019)

Аналіз позицій переміщених з окупованих територій закладів вищої освіти у рейтингах протягом 2013-2019 рр. також свідчить про негативну динаміку. Зокрема, за даними рейтингу

закладів вищої освіти «ТОП-200 Україна» (Євроосвіта, 2019), позиції даних закладів погіршуються, що об'єктивно обумовлено складними умовами, у яких вони опинилися, втратою матеріальної бази та частини кадрового та наукового потенціалу (табл. 3).

Проте, незважаючи на складність ситуації, у 2017-2018 роках Донецький національний університет, єдиний серед переміщених закладів вищої освіти, увійшов до міжнародного рейтингу QS World University Rankings (QS World University Rankings, 2019), зайнявши позиції у категоріях 701+ та 801-1000, відповідно.

Також, два з переміщених заклади вищої освіти, Донецький національний університет та Донецький національний технічний університет, у 2016-2019 роках увійшли до міжнародного рейтингу QS World University Rankings: Emerging Europe & Central Asia (QS World University Rankings, 2019), проте позиції закладів протягом даного періоду також погіршувалися. Донецький національний університет у 2016 році зайняв позиції у категорії 101-110, у 2017 році – у категорії 161-170, у 2018 році – у категорії 201-250, у 2019 році – у категорії 241-250. Донецький національний технічний університет у 2016 році зайняв позиції у категорії 111-120, у 2017 році – у категорії 128, у 2018 році – у категорії 171-180, у 2019 році – у категорії 211-220.

Аналізуючи інші соціально-економічні показники досліджуваних регіонів, можна констатувати, що позиції Донецької та Луганської за ними також погіршуються протягом 2013-2018 років, проте це падіння є не настільки інтенсивним як у ситуації з показниками науково-освітнього потенціалу.

Таблиця 3

**Позиції переміщених закладів вищої освіти у «ТОП-200 Україна»**

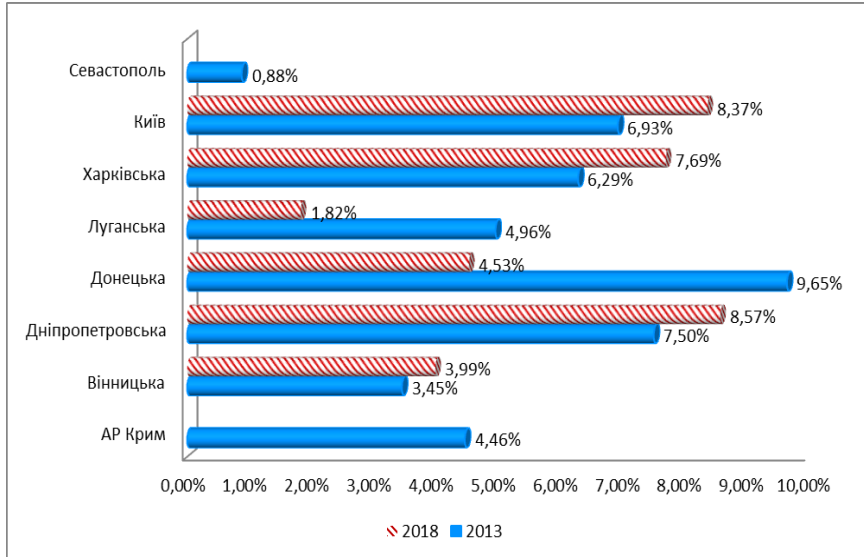
Заклад вищої освіти	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Донецький національний університет	17	20	25	32	27	27	31
Донецький національний технічний університет	18	16	20	23	25	34	72
Луганський національний університет імені Тараса Шевченка	21	25	33	49	64	71	111
Донецький національний медичний університет	23	23	30	65	85	96	67
Східноукраїнський університет імені Володимира Даля	30	27	34	37	41	50	69
Таврійський національний університет ім. В.І. Вернадського	32	26			127	129	146
Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського	58	52	58	61	74	87	126
Луганський державний медичний університет	61	61	67	145	154	153	141
Донецький державний університет управління	65	64	66	94	112	114	163
Луганський національний аграрний університет	90	118	123	153	162	162	180
Донбаська національна академія будівництва і архітектури	164	151	169	172	173	172	182
Донецький юридичний інститут МВС України	201	201	201	201	201	189	199

Джерело: побудовано за даними (Євроосвіта, 2019)

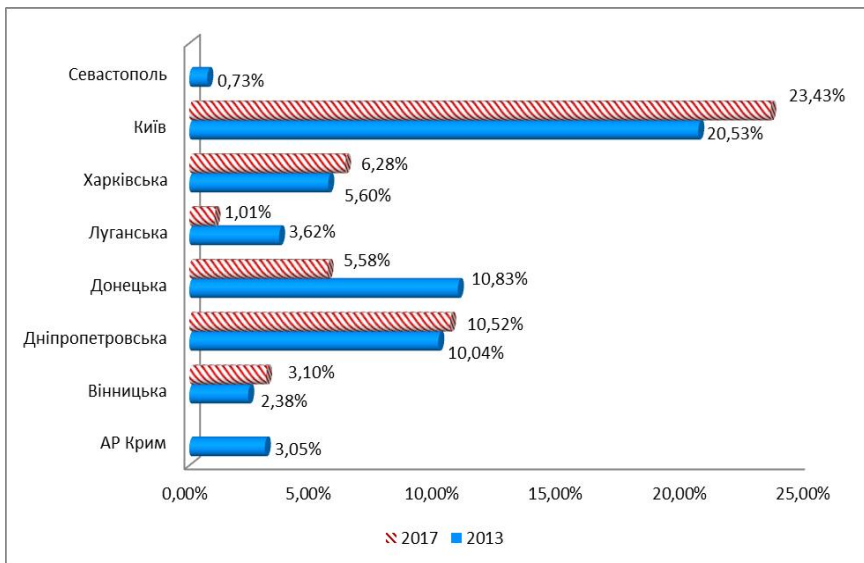
Результати аналізу регіонів за показником «чисельність населення, зайнятого економічною діяльністю» засвідчили падіння протягом досліджуваного періоду майже вдвічі питомої частки Донецької області з 9,65% до 4,53% та Луганської області з 4,96% до 1,82% (рис. 8). Варто відзначити, що за цим показником Донецький регіон у 2013 році був першим в Україні, у 2018 році – сьомий. На противагу розглянутим регіонам, інші, які представлені на рисунку, характеризуються зворотною тенденцією. По Вінницькій області відмічається зростання частки за чисельністю зайнятих з 3,45% у 2013 році до 3,99% у 2018 році. По Дніпропетровській області цей процес відбувався інтенсивніше – частка зросла з 7,5% до

8,57%. У Харківській області у цей період зростання спостерігається на 1,4% – з 6,29% до 7,69%. По м. Києву найбільше зростання, на 1,44%, з 6,93% до 8,37%.

Також протягом 2013-2017 років змінилися частки регіонів у валовому регіональному продукті (рис. 9). Так, Донецький регіон демонструє майже подвійне скорочення питомої частки – з 10,83%, у 2013 році до 5,58% у 2017 році, Луганський – майже потрійне – з 3,62% до 1,01%. При цьому, за даним показником Донецький регіон у 2013 році був другим, поступаючись лише м. Києву, тоді як у 2017 році став четвертим. Разом з тим, по інших представлених на рисунку регіонах спостерігається зростання питомої частки у валовому регіональному продукті. Частка Вінницької області збільшилася з 2,38% до 3,10%, Дніпропетровської – з 10,01% до 10,52%, Харківської – з 5,6% до 6,28%, м. Києва – з 20,53% до 23,43%.



**Рис. 8. Частки регіонів за чисельністю населення, зайнятого економічною діяльністю**  
 Джерело: побудовано за даними (Регіони України, 2019)



**Рис. 9. Частки регіонів за валовим регіональним продуктом**  
 Джерело: побудовано за даними (Регіони України, 2019)

**Висновки.** Регіони України, які постраждали у наслідок воєнного конфлікту, характеризуються скороченням науково-освітнього потенціалу протягом 2013–2019 років, у той час, як інші регіони, до яких було переміщено заклади вищої освіти з окупованих територій, характеризуються його нарощуванням. Подібна ситуація спостерігається й щодо таких показників, як валовий регіональний продукт та чисельність зайнятого населення.

Падіння питомої частки Донецького регіону за чисельністю зайнятого населення та валовим регіональним продуктом спостерігається удвічі. Хоча, незважаючи на це, регіон у 2017 році за часткою у валовому регіональному продукті був четвертий, а чисельністю зайнятих у 2018 році – сьомий. Інтенсивніше відбувається падіння часток регіону за основними показниками науково-освітнього потенціалу – майже втричі, що спричинило суттєву втрату його позицій. Деяко відмітна ситуація по Луганській області – скорочення за всіма показниками відбулося майже втричі.

Подібні особливості трансформацій можуть свідчити про певні відмінності у характері процесів, що протікають на регіональних ринках, та певних масштабах їх невідповідності. Це обумовлює потребу більш детального дослідження чинників виявлених трансформацій, що буде складати предмет наукового пошуку у майбутньому.

#### Література

1. Артюхіна М. В. Системний підхід до з'ясування сутності та визначення поняття соціально-економічний потенціал вищої школи. *Науковий вісник Мукачівського державного університету. Сер.: Економіка*. 2016. Вип. 1. С. 94–100. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvmdue\\_2016\\_1\\_17](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvmdue_2016_1_17)
2. Боголіб Т.М. Роль освіти і науки в постіндустріальному розвитку України: монографія. К.: Корпорація, 2010. 408 с.
3. Загірняк Д. М. Вища освіта України: прагматизм фінансово-економічного розвитку : монографія. Харків: Друкарня Мадрид, 2018. 532 с.
4. Карпюк О. А. Організаційно-економічні засади формування та розвитку ринку освітніх послуг (регіональний аспект) : автореф. дис. канд. екон. наук : спец. 08.00.05 «Розвиток продуктивних сил і регіональна економіка». Чернігів, 2011. 20 с.
5. Кратт О. Рациональність колекціонування професійної освіти. *Збірник наукових праць Черкаського державного технічного університету. Серія: Економічні науки*. Черкаси: ЧДТУ, 2017. Вип. 44. Частина II. С. 71–79. URL: <http://ven.chdtu.edu.ua/article/view/110665/105586>
6. Оболенська Т. Є. Експортний потенціал України на світовому ринку освітніх послуг. *Вчені записки: збірник наукових праць ДВНЗ «КНЕУ ім. Вадима Гетьмана»*. К.: КНЕУ, 2012. №14. Частина 1. С. 209–217.
7. Кращенко Ю., Сорокіна Г. Умови адаптації внутрішньо переміщених осіб до університетського середовища засобами студентського самоврядування. *Витоки педагогічної майстерності*. 2016. Вип.17. С. 89–96. URL: <http://dspace.pnpu.edu.ua/bitstream/123456789/7591/1/Kraschenko.pdf>
8. Хомишин І. Реалізація права на освіту внутрішньо переміщеними особами. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. Серія: *Юридичні науки*. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2017. № 884. С. 186–192. URL: [http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/44726/2/2017n884\\_Khomyshyn\\_I-Implementation\\_of\\_the\\_186-192.pdf](http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/44726/2/2017n884_Khomyshyn_I-Implementation_of_the_186-192.pdf)
9. Чальцева О. М. Можливості і проблеми отримання вищої освіти дітьми з окупованих територій. *Політичне життя*. 2019. №2. С. 27–32. URL: <http://jpl.donnu.edu.ua/article/view/7307/7332>
10. Малік Л. Особливості маркетингу освітніх послуг переміщених навчальних закладів зі Сходу України. *Європейський вектор економічного розвитку*. 2015. №2 (19). С.131–140. URL: <http://eurodev.duan.edu.ua/images/PDF/2015/2/13.pdf>
11. Основні показники діяльності вищих навчальних закладів України на початок 2013/2014 навчального року: статистичний бюлетень / Державна служба статистики України. Київ, 2014. 165 с. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
12. Основні показники діяльності вищих навчальних закладів України на початок 2014/2015 навчального року: статистичний бюлетень / Державна служба статистики України. Київ, 2015. 169 с. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
13. Основні показники діяльності вищих навчальних закладів України на початок 2015/2016 навчального року: статистичний бюлетень / Державна служба статистики України. Київ, 2016. 170 с. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.

14. Основні показники діяльності вищих навчальних закладів України на початок 2016/2017 навчального року: статистичний бюлетень / Державна служба статистики України. Київ, 2017. 207 с. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
15. Вища освіта в Україні у 2017 році: статистичний збірник / Державна служба статистики України. Київ, 2018. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
16. Вища освіта в Україні у 2018 році: статистична інформація / Державна служба статистики України. Київ, 2019. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
17. Вища освіта. Переміщені ВНЗ: три роки на новому місці. 2016. URL: <http://vnz.org.ua/statti/9793-peremischenni-vnz-try-roky-na-novomu-mistsi>.
18. Vstup.info. Вступна компанія 2019 року. URL: <https://www.vstup.info/>.
19. Євроосвіта. Рейтинг закладів вищої освіти «ТОП-200 Україна». URL: <http://www.euroosvita.net/reyt/>.
20. QS World University Rankings. URL: <https://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings/>.
21. Регіони України, 2019: статистичний збірник / Державна служба статистики України; За редакцією І. Є. Вернера. Київ, 2019. Ч. І. 309 с. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
22. Регіони України, 2018: статистичний збірник / Державна служба статистики України; За редакцією І. Є. Вернера. Київ, 2018. Ч. І. 315 с. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
23. Регіони України, 2017: статистичний збірник / Державна служба статистики України; За редакцією І. Є. Вернера. Київ, 2017. Ч. І. 323 с. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
24. Регіони України, 2016: статистичний збірник / Державна служба статистики України; За редакцією І. Є. Вернера. Київ, 2016. Ч. І. 299 с. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
25. Регіони України, 2015: статистичний збірник / Державна служба статистики України; За редакцією І. Є. Вернера. Київ, 2015. Ч. І. 305 с. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
26. Регіони України, 2014: статистичний збірник / Державна служба статистики України; За редакцією О. Г. Осаулєнка. Київ, 2014. Ч. І. 299 с. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.

#### References

1. Artiukhina, M. V. (2016). A systematic approach to clarifying the essence and defining the concept of socio-economic potential of higher education. *Scientific Bulletin of Mukachevo State University. Ser.: Economics*, 1, 94-100. Retrieved from [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvmdue\\_2016\\_1\\_17](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvmdue_2016_1_17). (In Ukrainian)
2. Boholib, T.M. (2010). The role of education and science in post-industrial development of Ukraine. Kyiv, Ukraine : Korporatsiia, 408. (In Ukrainian)
3. Zahirniak, D. M. (2018). Higher education in Ukraine: pragmatism of financial and economic development. Kharkiv, Ukraine: Drukarnia Madryd, 532. (In Ukrainian)
4. Karpiuk, O. A. (2011). Organizational and economic principles of formation and development of the market of educational services (regional aspect). Extended abstract of Candidate's thesis. Chernihiv, Ukraine. 20. (In Ukrainian)
5. Kratt, O. (2017). The rationality of collecting vocational education. *Collection of scientific works of Cherkasy State Technical University. Ser.: Economic Sciences*. Cherkasy, Ukraine : ChDTU, 44, 71-79. Retrieved from <http://ven.chdtu.edu.ua/article/view/110665/105586>. (In Ukrainian)
6. Obolenska, T. Ye. (2012). Ukraine's export potential in the global market for educational services. *Scientific notes: collection of scientific works of the Kiev National Economic University named after Vadym Hetman*. Kyiv, Ukraine : KNEU, 14, 209-217. (In Ukrainian)
7. Krashchenko, Yu., Sorokina, H. (2016). Conditions for adaptation of internally displaced persons to the university environment by means of student self-government. *Origins of pedagogical skill*, 17, 89-96. Retrieved from <http://dspace.pnpu.edu.ua/bitstream/123456789/7591/1/Kraschenko.pdf>. (In Ukrainian)
8. Khomyshyn, I. (2017). Implementation of the right to education by internally displaced persons. *Bulletin of the National University «Lviv Polytechnic». Ser.: Law*. Lviv, Ukraine : Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniki, 884, 186-192. Retrieved from [http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/44726/2/2017n884\\_Khomyshyn\\_I-Implementation\\_of\\_the\\_186-192.pdf](http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/44726/2/2017n884_Khomyshyn_I-Implementation_of_the_186-192.pdf). (In Ukrainian)
9. Chaltseva, O. M. (2019). Opportunities and problems of higher education for children from occupied territories. *Political life*, 2, 27-32. Retrieved from <http://jpl.donnu.edu.ua/article/view/7307/7332>. (In Ukrainian)

10. Malik, L. (2015). Features of marketing of educational services of relocated educational institutions from the East of Ukraine. *European vector of economic development*, 2 (19), 131-140. Retrieved from <http://eurodev.duan.edu.ua/images/PDF/2015/2/13.pdf>. (In Ukrainian)
11. Main Indicators of Activity of Higher Educational Establishments of Ukraine at the Beginning of 2013/2014 Academic Year: Statistical Bulletin. State Statistics Service of Ukraine. (2014). Kyiv, Ukraine. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua/>. (In Ukrainian)
12. Main Indicators of Activity of Higher Educational Establishments of Ukraine at the Beginning of 2014/2015 Academic Year: Statistical Bulletin. State Statistics Service of Ukraine. (2015). Kyiv, Ukraine. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua/>. (In Ukrainian)
13. Main Indicators of Activity of Higher Educational Establishments of Ukraine at the Beginning of 2015/2016 Academic Year: Statistical Bulletin. State Statistics Service of Ukraine. (2016). Kyiv, Ukraine. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua/>. (In Ukrainian)
14. Main Indicators of Activity of Higher Educational Establishments of Ukraine at the Beginning of 2016/2017 Academic Year: Statistical Bulletin. State Statistics Service of Ukraine. (2017). Kyiv, Ukraine. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua/>. (In Ukrainian)
15. Higher Education in Ukraine in 2017: Statistical Yearbook. State Statistics Service of Ukraine. Kyiv, Ukraine, 2018. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua/>. (In Ukrainian)
16. Higher Education in Ukraine in 2018: Statistical Yearbook. State Statistics Service of Ukraine. Kyiv, Ukraine, 2019. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua/>. (In Ukrainian)
17. Higher education. Institutions relocated: three years in a new place. Retrieved from <http://vnz.org.ua/statti/9793-peremischenni-vnz-try-roky-na-novomu-mistsi>.
18. Vstup. info. Introductory campaign for 2019. Retrieved from <https://www.vstup.info/>. (In Ukrainian)
19. Eurosvita. Rating of higher education institutions "TOP-200 Ukraine". Retrieved from <http://www.eurosvita.net/reyt/>. (In Ukrainian)
20. QS World University Rankings. Retrieved from <https://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings/>.
21. Verner, I.Ye. (Eds.). (2019). Regions of Ukraine, 2019: Statistical Yearbook. State Statistics Service of Ukraine. (part I). Kyiv, Ukraine. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
22. Verner, I.Ye. (Eds.). (2018). [Regions of Ukraine, 2018: Statistical Yearbook. State Statistics Service of Ukraine. (part I). Kyiv, Ukraine. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
23. Verner, I.Ye. (Eds.). (2017). Regions of Ukraine, 2017: Statistical Yearbook. State Statistics Service of Ukraine. (part I). Kyiv, Ukraine. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
24. Verner, I.Ye. (Eds.). (2016). Regions of Ukraine, 2016: Statistical Yearbook. State Statistics Service of Ukraine. (part I). Kyiv, Ukraine. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
25. Verner, I.Ye. (Eds.). (2015). Regions of Ukraine, 2015: Statistical Yearbook. State Statistics Service of Ukraine. (part I). Kyiv, Ukraine. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
26. Osaulenko, O.H. (Eds.). (2014). Regions of Ukraine, 2014: Statistical Yearbook. State Statistics Service of Ukraine. (part I). Kyiv, Ukraine. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua/>.

## ФІНАНСИ, БАНКІВСЬКА СПРАВА ТА СТРАХУВАННЯ

УДК 330.4:316.622:[004:336.74]

DOI: 10.26565/2311-2379-2019-97-07

**К.Ю. Кононова, А.О. Дек**

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна  
пл. Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна

E-mail: [kateryna.kononova@karazin.ua](mailto:kateryna.kononova@karazin.ua), [dek@karazin.ua](mailto:dek@karazin.ua)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6990-5746>, <https://orcid.org/0000-0002-8336-6336>

### ВУГЛЕЦЕВИЙ СЛІД МАЙНІНГУ БІТКОІНА

Теоретичні рамки дослідження охоплюють питання становлення та розвитку криптоекономіки, її впливу на навколишнє середовище. Термін криптоекономіка використовується для позначення нової галузі, що розвивається навколо криптовалют і блокчейна. Майнінг криптовалют споживає багато електроенергії. Станом на вересень 2019 року, оцінка річного споживання електроенергії мережею майнерів біткоїна склала 78,93 ТВт \* год (при ціні на електроенергію в 0,05 долара США). Ця модель була використана для створення веб-сервісу Cambridge Bitcoin Electricity Index. Якщо припустити, що електроенергія для майнінгу генерується виключно на вугільних електростанціях, то знаючи споживання електроенергії майнерами біткоїна, можна оцінити викиди діоксиду вуглецю по верхній межі. В цьому випадку, викиди вуглекислого газу становлять 80,43 мільйонів тон CO<sub>2</sub>, що відповідає 0,24% загальних викидів в світі. Метою роботи є моделювання викидів діоксиду вуглецю, що спричиняється майнінгом біткоїна з урахуванням регіонального розподілу майнерів та джерел електроенергії, що використовується для видобутку біткоїна. Для її досягнення в роботі було поставлені наступні завдання: 1) формування обґрунтованого списку майнінг-пулів; 2) уточнення географічного розподілу майнерів; 3) оцінка розподілу майнінгових потужностей по регіонах; 4) визначення показників забруднення повітря при електрогенерації по регіонах. Відповідно до запропонованого методу оцінки географічного розподілу майнінгу по трафіку веб-сторінок майнінгових пулів, викиди діоксиду вуглецю складають 44,12 мільйонів тон на рік (0,13% від світових викидів), що в два рази нижче оцінки за верхньою межею. Проблему збільшення споживання електроенергії мережею майнерів біткоїна та інших криптовалют і відповідний вплив на довкілля слід обговорювати з законодавцями, учасниками галузі та широкою громадськістю.

**Ключові слова:** біткоїн, криптовалюти, майнінг, споживання електроенергії майнінгом біткоїна.

**JEL Classification:** C13, C82, O33, Q53.

**Kateryna Kononova, Anton Dek**

V.N. Karazin Kharkiv National University  
4 Svobody Sq., 61022, Kharkiv, Ukraine

E-mail: [kateryna.kononova@karazin.ua](mailto:kateryna.kononova@karazin.ua), [dek@karazin.ua](mailto:dek@karazin.ua)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6990-5746>, <https://orcid.org/0000-0002-8336-6336>

### BITCOIN MINING CARBON FOOTPRINT

The theoretical framework of the study covers the formation and development of cryptoeconomics, as well as its impact on the environment. The term cryptoeconomics is used to refer to a new industry, which develops around cryptocurrencies and blockchain. Cryptocurrency mining consumes a lot of electricity. As of September 2019, the estimated annual electricity consumption was 78.93 TWh (with an electricity price of 0.05 USD). This model was used to create the Cambridge Bitcoin Electricity Index web service. If we assume that electricity for mining is generated at coal-fired power plants only, then knowing the energy consumption of bitcoin miners, we can estimate carbon dioxide emissions at the upper boundary. In this case, carbon dioxide emissions are about 80.43 million tons of CO<sub>2</sub>, which corresponds to 0.24% of the total emissions in the world. The aim of this work is to simulate carbon dioxide emissions caused by bitcoin mining, taking into account the regional distribution of miners and various sources of electricity that are used for mining. To achieve it, the following tasks were set: 1) the formation of a reasonable list of mining pools; 2) clarification of the geographical distribution of miners; 3) assessment of the distribution of mining capacities by region; 4) evaluation of air pollution by regions. The problem of increasing electricity consumption by the network of bitcoin (and other cryptocurrencies) miners and the corresponding environmental impact should be discussed with policymakers, industry participants and the

general public. According to the proposed method for assessing the geographical distribution of mining using the traffic of mining pools web pages, carbon dioxide emissions is about 44.12 million tons per year (0.13% of global emissions), which is two times lower than the upper boundary estimate.

**Keywords:** bitcoin, cryptocurrencies, mining, carbon footprint of bitcoin mining.

**JEL Classification:** C13, C82, O33, Q53.

**Е.Ю. Кононова, А.О. Дек**

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина  
пл. Свободы, 4, г. Харьков, 61022, Украина

E-mail: [kateryna.kononova@karazin.ua](mailto:kateryna.kononova@karazin.ua), [dek@karazin.ua](mailto:dek@karazin.ua)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6990-5746>, <https://orcid.org/0000-0002-8336-6336>

### УГЛЕРОДНЫЙ СЛЕД МАЙНИНГА БИТКОИНА

Теоретические рамки исследования охватывают вопросы становления и развития криптоэкономики, ее воздействия на окружающую среду. Термин криптоэкономика используется для обозначения новой отрасли, развивающейся вокруг криптовалют и блокчейна. Майнинг криптовалют потребляет много электроэнергии. По состоянию на сентябрь 2019 года, оценка годового потребления электроэнергии составила 78,93 ТВт \* ч (при цене на электроэнергию в 0,05 доллара США). Эта модель была использована для создания веб-сервиса Cambridge Bitcoin Electricity Index. Если предположить, что электроэнергия для майнинга генерируется исключительно на угольных электростанциях, то зная потребление электроэнергии майнерами биткоина, можно оценить выбросы диоксида углерода по верхней границе. В этом случае, выбросы углекислого газа составляют 80,43 миллионов тонн CO<sub>2</sub>, что соответствует 0,24% общих выбросов в мире. Целью данной работы является моделирование выбросов диоксида углерода, вызванных майнингом биткоина с учетом регионального распределения майнеров и различных источников электроэнергии, которая используется для майнинга. Для ее достижения в работе были поставлены следующие задачи: 1) формирование обоснованного списка майнинг-пулов; 2) уточнение географического распределения майнеров; 3) оценка распределения майнинговых мощностей по регионам; 4) определение показателей загрязнения воздуха при электрогенерации по регионам. Согласно предложенному методу оценки географического распределения майнинга по трафику веб-страниц майнинговых пулов, выбросы диоксида углерода составляют 44,12 миллионов тонн в год (0,13% от мировых выбросов), что в два раза ниже оценки по верхней границе. Проблему увеличения потребления электроэнергии сетью майнеров биткоина и других криптовалют и соответствующее влияние на окружающую среду следует обсуждать с законодателями, участниками отрасли и широкой общественностью.

**Ключевые слова:** биткоин, криптовалюты, майнинг, потребление электроэнергии майнингом биткоина.

**JEL Classification:** C13, C82, O33, Q53.

**Актуальність дослідження.** У 2018 році Кембриджським центром альтернативних фінансів було проведено дослідження показників ефективності майнінгових центрів. Згідно з опитуванням серед майнерів з різних регіонів, в якому взяли участь 22 компанії та 35 індивідуальних гравці, показники розподілилися таким чином (табл. 1).

Таблиця 1

#### Показники ефективності майнінгових центрів

1 - не важливо взагалі, 2 - не важливо, 3 - нейтрально, 4 - дещо важливо, 5 - дуже важливо		
Показник	Маленькі майнери*	Великі майнери
Легкий доступ до електропостачання	4.37	4.88
Низька вартість електроенергії	4.47	4.88
Дружнє регуляторне середовище	4.37	4.75
Стабільне політичне становище	4.37	4.63
Якісне підключення до інтернету	4.32	4.38
Холодний клімат	3.11	4.25
Спеціальні стимули для майнінгової діяльності	3.95	4.13
Наявність кваліфікованої робочої сили	3.32	3.75
Дешева земля	3.58	3.75
Низький рівень злочинності	3.63	3.38

\* маленькі майнери – ті, що мають менше 40 працівників

Джерело: 2nd Global Cryptoasset Benchmarking Study. Cambridge Centre for Alternative Finance.



Як свідчить табл. 1, найважливішим для майнерів показником є доступність електроенергії та її ціна. Це обумовлено тим, що майнінг споживає дуже багато електроенергії. Якщо припустити, що електроенергія для майнінгу біткоїна генерується виключно на найбільш брудних вугільних електростанціях, то знаючи споживання електроенергії майнінгом біткоїна, можна оцінити викиди діоксиду вуглецю за верхньою межею:

$$m_{CO_2} = \varphi * E_{estimated},$$

де  $m_{CO_2}$  – маса викидів діоксиду вуглецю, кг;

$\varphi$  – показник забруднення повітря при електрогенерації,  $кг/кВт*год$ ;

$E_{estimated}$  – оцінка річного споживання електроенергії,  $кВт*год$ .

Показники забруднення повітря для вугільних електростанцій різняться від типу вугілля та обладнання, але більшість джерел оцінюють цей коефіцієнт біля 1 кг  $CO_2$  /  $кВт*год$  (UK Parliamentary Office of Science and Technology, 2011), (United States Environmental Protection Agency, 2010), (Raghuvanshi et al, 2006). За даними Кембріджського індексу споживання електроенергії біткоїном (Cambridge Bitcoin Electricity Consumption Index, 2019), станом на вересень 2019 енергоспоживання складає  $E_{estimated} = 78.93$  ТВт\*год на рік.

Згідно з Додатком А до «IEA World Energy Outlook 2017 Annex A Tables for Scenario Projections», середньосвітовий коефіцієнт 1.019 кг  $CO_2$  /  $кВт*год$  (табл. 2).

Таблиця 2

**Показники забруднення повітря по регіонах та по типах палива, що використовується для електрогенерації**

Регіон	Середнє	Вугілля	Нафтопродукти	Природний газ
Світ	0.554	1.019	0.854	0.514
Північна Америка	0.42	0.935	0.774	0.42
США	0.458	0.932	0.751	0.414
Цент. та Півд. Америка	0.245	1.098	0.683	0.487
Бразилія	0.157	1.257	0.685	0.459
Європа	0.361	1.026	0.873	0.491
ЄС	0.351	1.021	0.844	0.461
Африка	0.625	1.077	0.832	0.47
ПАР	0.99	1.068	0.764	-
Середній Схід	0.67	3.653	0.941	0.557
Євразія	0.727	1.479	3.214	0.895
Росія	0.75	1.716	4.061	0.932
Азіат.-Тихоокеан.	0.694	1.018	0.778	0.45
Китай	0.747	1.038	2.468	0.501
Індія	0.77	0.969	1.062	0.47
Японія	0.536	0.918	0.626	0.429
Півд.-Сх. Азія	0.6	1.045	0.789	0.456
ОЕСР	0.417	0.965	0.744	0.425
Non-ОЕСР	0.664	1.047	0.892	0.607

Джерело: Додаток А до «IEA World Energy Outlook 2017»

Отже, загальні викиди вуглекислого газу складають у такому разі 80.43 мільйонів тон  $CO_2$ , що відповідає 0.24% загальних викидів у світі. Це викликає занепокоєння, тому що зростаюче споживання електроенергії може становити загрозу досягненню цілей сталого розвитку ООН.

Але важливо розуміти, що споживання енергії не обов'язково еквівалентно викидам вуглекислого газу та забрудненню навколишнього середовища. Наприклад, одна кіловат-година ( $кВт*год$ ) електроенергії, вироблена електростанцією, що працює на вугіллі, має істотно інший екологічний слід, ніж одна  $кВт*год$  електроенергії, виробленої сонячним парком. Нещодавні дослідження показали, що частка відновлюваної енергії, що використовується майнерами, зростає в загальній структурі енергогенерації. Однак оцінки значно різняться, коливаючись від 20% (Cambridge Centre for Alternative Finance, 2018) від загальної кількості до понад 70% (Coinshares, 2019). Тому виникає актуальне питання щодо уточнення джерел електроенергії, що використовується для видобутку біткоїна. Вирішенню цієї задачі сприяє аналіз регіонального розподілу майнерів.

**Огляд існуючих моделей.** Оцінку вуглецевого сліду, викликаного майнінгом біткоїну, зроблено в роботах (Foteinis, 2018), (Krause & Tolaymat, 2018), (McCook, 2018), (Mora et al., 2018), (Stoll et al., 2019), (Vires, 2019). З огляду на актуальність географічного розподілу майнерів, (Stoll et al., 2019) пропонує враховувати:

- результати пошуку майнінгового обладнання за допомогою пошукової системи для Інтернету речей shodan.io;
- статистику IP-адрес вузлів, що транслюють останній знайдений блок, що надається оглядачем блоків blockcypher.com;
- статистику використання різних регіональних вузлів майнерами, яку публікують на своїх сайтах 2 майнінгових пули – slushpool та btc.com.

Щодо першого показника, оскільки shodan.io надає інформацію про занадто малу кількість пристроїв (~ 1000), це не є надійним джерелом інформації. Другий показник також не дає достовірної інформації через децентралізований дизайн мережі біткоїна. Крім того, аналіз даних blockcypher показав, що більше 70% IP-адрес надходять із серверів Amazon, що швидше характеризує серверну частину сервісу blockcypher, ніж реальний розподіл майнерів. Аналіз інформації, що публікується на сторінках Slushpool та btc.com, був обраний авторами як найбільш достовірний, але ці сервіси повідомляють лише про узагальнену статистику по регіонах (наприклад, «Китай» та «Північна Америка»). В цілому, хоча метод аналізу географічного розподілу майнерів через дослідження статистики використання майнінг-пулів показав свою ефективність, є необхідність у подальшому вдосконаленні методики.

**Метою роботи** є моделювання викидів діоксиду вуглецю, що спричиняється майнінгом біткоїна з урахуванням регіонального розподілу майнерів та джерел електроенергії, що використовується для видобутку біткоїна. Для її досягнення в роботі було поставлені наступні завдання: 1) формування обґрунтованого списку майнінг-пулів; 2) уточнення географічного розподілу майнерів; 3) оцінка розподілу майнінгових потужностей по регіонах; 4) визначення показників забруднення повітря при електрогенерації по регіонах.

#### Основні результати дослідження.

*Модель на основі географічного розподілу майнерів.* Запропонований підхід ґрунтується на аналізі розподілу трафіку в Інтернеті на сторінках входу до особистих кабінетів майнінг-пулів. Припускається, що майнери з різних регіонів використовують ці сторінки для того, щоб увійти до свого акаунта однаково в різних місцях по всьому світу та що системи вимірювання трафіку в Інтернеті визначають реальне місцезположення тих, хто використовує VPN, проксі-сервери та інші інструменти, які дозволяють приховувати та підробляти місцезнаходження.

Для отримання регіонального розподілу майнерів були використані консенсус-оцінки трьох різних сервісів вимірювання інтернет-трафіку: SimilarWeb<sup>2</sup>, Alexa<sup>3</sup>, SemRush<sup>4</sup>. Наступні сторінки було проаналізовано (табл. 3).

Таблиця 3

#### Веб-сторінки майнінг-пулів, що було включено до розгляду

Позначення	Веб-сторінка	Частка у глобальному хешреїті станом на вересень 2019
[btc]	pool.btc.com	19.43%
[ant]	antpool.com	12.47%
[f2p]	f2pool.com	11.81%
[poo]	poolin.com	9.82%
[slu]	slushpool.com	9.36%
[top]	btc.top	7.77%
[via]	pool.viabtc.com	7.61%
[clu]	bitclubpool.com	1.74%
	<b>Всього</b>	<b>80.01%</b>

Джерело: btc.com<sup>5</sup>

<sup>2</sup> <https://www.similarweb.com>

<sup>3</sup> <https://www.alexa.com/siteinfo>

<sup>4</sup> <https://www.semrush.com>

<sup>5</sup> <https://btc.com/stats/pool>

В результаті аналізу деякі з топ-10 пулів були виключені, а саме, BitFury через те, що це приватний майнінг, тому трафік веб-сторінки не є репрезентативним та Huobi через маленький трафік сторінки відносно інших топ-10. Пули, що було розглянуто детальніше, разом склали 80% глобального хешрейту у вересні 2019 р. У табл. 4 наведено приклад вихідних даних для slushpool.com.

Таблиця 4

**Аналіз трафіку для slushpool.com, 9.36%**

Region	За даними Similarweb	За даними Semrush	Консенсус-оцінка по регіонах
C&S America	7.91%	8.76%	<b>10.45%</b>
China		0.37%	<b>0.20%</b>
EU	17.56%	14.92%	<b>20.74%</b>
Eurasia		8.92%	<b>4.83%</b>
Europe	3.54%	8.72%	<b>7.27%</b>
North America	4.48%	3.17%	<b>4.95%</b>
Middle East	4.67%	2.23%	<b>4.58%</b>
Russia	11.65%	11.52%	<b>14.64%</b>
Southeast Asia		0.36%	<b>0.19%</b>
U.S.	19.51%	31.70%	<b>31.23%</b>
other OECD		1.07%	<b>0.58%</b>
South Africa		0.66%	<b>0.36%</b>

Джерела: Semrush<sup>6</sup>, Similarweb<sup>7</sup>, власні розрахунки

Для деяких майнінг-пулів, по яких була додаткова інформація, проводилось корегування оцінок, отриманих запропонованим способом за трафіком, на основі даних, що публікуються пулом. Так slushpool публікує інформацію до яких регіональних серверів підключені ті чи інші клієнти. Крім цього, деяким майнерам недоступна їх країна чи регіон серед множини серверів компанії, тож їм доводиться вирішувати, до якого з найближчих центрів приєднатися. (Stoll et al, 2019) наводить агреговану статистику зі сторінки Slushpool<sup>8</sup> по чотирьох макрорегіонах: CN (Китай), EU (Європа), US/CA (США та Канада), JP/SG (Японія та Сингапур). Зробивши припущення щодо розподілу отриманих раніше регіонів по макрорегіонах, можна зробити крос-перевірку та скорегувати дані по регіонах (табл. 5).

Таблиця 5

**Крос-перевірка результатів географічного розподілу майнерів, отриманих за різними методиками**

Region	Частка (за трафіком)	Скоригована частка
Ц. і П. Америка	10.45%	12.73%
Китай	0.20%	0.10%
ЄС	20.74%	16.65%
Євразія	4.83%	3.12%
Європа	7.27%	5.84%
Півн. Америка	4.95%	6.03%
Середній Схід	4.58%	3.67%
Росія	14.64%	11.75%
П.-Сх. Азія	0.19%	0.45%
США	31.23%	38.04%
ОЕСР	0.58%	1.33%
ПАР	0.36%	0.29%

Джерела: Semrush, Similarweb, International Energy Agency, власні розрахунки

<sup>6</sup> [www.semrush.com](http://www.semrush.com)

<sup>7</sup> [www.similarweb.com](http://www.similarweb.com)

<sup>8</sup> [slushpool.com/stats/?c=btс](http://slushpool.com/stats/?c=btс)

З урахуванням скоригованих даних для btc.com та slushpool, результуюча статистика виглядає таким чином (табл. 6).

Таблиця 6

**Результуючий розподіл майнінгових потужностей по регіонах**

Регіон / пул	[btc]	[ant]	[f2p]	[poo]	[slu]	[top]	[via]	[clu]	Всього
<b>Африка</b>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	8.0%	0.0%	0.0%	<b>0.8%</b>
<b>Бразилія</b>	2.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.1%	3.2%	0.0%	<b>0.9%</b>
<b>Ц. і П. Америка</b>	3.8%	7.8%	1.3%	0.0%	12.7%	2.8%	2.2%	0.0%	<b>4.3%</b>
<b>Китай</b>	14.9%	17.7%	31.8%	22.2%	0.1%	35.6%	7.9%	0.0%	<b>18.0%</b>
<b>ЄС</b>	5.6%	11.8%	5.7%	2.5%	16.7%	19.1%	13.4%	51.6%	<b>10.5%</b>
<b>Євразія (інші)</b>	0.0%	3.2%	1.6%	0.0%	3.1%	5.2%	0.0%	0.0%	<b>1.6%</b>
<b>Європа (інші)</b>	7.9%	8.9%	6.6%	6.0%	5.8%	0.0%	9.2%	4.2%	<b>6.7%</b>
<b>Індія</b>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.4%	0.0%	0.0%	<b>0.2%</b>
<b>Японія</b>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	5.2%	<b>0.1%</b>
<b>Середній Схід</b>	23.1%	6.3%	2.1%	22.1%	3.7%	2.1%	7.1%	0.0%	<b>10.9%</b>
<b>Півн. Америка</b>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	6.0%	0.9%	0.0%	0.0%	<b>0.8%</b>
<b>ОЕСР (інші)</b>	0.0%	0.0%	1.4%	0.0%	1.3%	0.0%	0.0%	2.8%	<b>0.4%</b>
<b>Росія</b>	40.7%	27.3%	28.9%	18.1%	11.8%	15.2%	29.5%	6.7%	<b>26.4%</b>
<b>ПАР</b>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	0.0%	0.0%	10.3%	<b>0.3%</b>
<b>П.-Сх. Азія</b>	0.0%	1.5%	4.0%	20.4%	0.4%	1.9%	7.0%	17.7%	<b>4.6%</b>
<b>США</b>	1.9%	15.5%	16.5%	8.7%	38.0%	5.8%	20.6%	1.5%	<b>13.4%</b>

Джерело: власні розрахунки

Отримані статистичні дані про географічний розподіл майнерів було використано для визначення середнього показнику забруднення повітря при електрогенерації (табл. 7) з застосуванням таблиці з Додатку А до «IEA World Energy Outlook 2017» (International Energy Agency, 2017).

Таблиця 7

**Показники забруднення повітря при електрогенерації по регіонах**

Регіон	Коефіцієнт забруднення, кг CO <sub>2</sub> /кВт*год	Енергоспоживання майнінгом, кВт*год на рік	Викиди CO <sub>2</sub> на рік, кг
<b>Африка</b>	0.625	616648925	385405578
<b>Бразилія</b>	0.157	749448315	117663385
<b>Ц. і П. Америка</b>	0.245	3377047232	827376572
<b>Китай</b>	0.55 *	14209298675	7815114271
<b>ЄС</b>	0.351	8318688257	2919859578
<b>Євразія (інші)</b>	0.727	1255237418	912557603
<b>Європа (інші)</b>	0.361	5268628795	1901974995
<b>Індія</b>	0.77	187123877	144085385
<b>Японія</b>	0.536	88999557	47703763
<b>Середній Схід</b>	0.67	8620282467	5775589253
<b>Півн. Америка</b>	0.42	625946053	262897342
<b>ОЕСР (інші)</b>	0.417	336254977	140218325
<b>Росія</b>	0.75	20860389905	15645292429
<b>ПАР</b>	0.99	204038381	201997997
<b>П.-Сх. Азія</b>	0.6	3643652487	2186191492
<b>США</b>	0.458	10568333847	4840296902
		<b>78.93 ТВт*год на рік</b>	<b>44.12 мільйонів тон на рік</b>

\* значення для Китаю було скориговано в сторону зменшення через велику частку гідроенергії, що використовується для майнінгу в провінції Сичуань (Stoll et al, 2019).

Джерело: власні розрахунки

**Висновки та дискусія.** Згідно із запропонованим методом оцінки географічного розподілу майнерів по трафіку веб-сторінок майнінгових пулів, з урахуванням оцінки річного споживання електроенергії на рівні 78.93 ТВт\*год на рік, викиди діоксиду вуглецю складають 44.12

мільйонів тонн на рік, що складає 0.13% загальних викидів у світі (British Petroleum, 2018), що значно нижче оцінки за верхньою межею.

Недоліком запропонованого підходу є те, що він завищує частку регіонів з більшою концентрацією майнерів меншого масштабу (які генерують більше трафіку веб-сайтів майнінгових пулів) та недооцінює частку регіонів, де переважає майнінг у більших масштабах.

Отримання даних про географічний розподіл майнерів безпосередньо від майнінг-пулів вирішило б це питання. Наразі робота в цьому напрямку триває.

Отримані в роботі оцінки споживання електроенергії та викидів діоксиду вуглецю приблизно в два рази вищі, ніж результати оцінки (Stoll et al, 2019), що частково пояснюється істотним збільшенням хешрейту мережі біткоїн з моменту публікації їхнього дослідження (більш ніж в два рази з січня 2019 до вересня 2019).

Розглядаючи коефіцієнти забруднення внаслідок генерації електроенергії слід зазначити, що великі майнери знаходяться у постійних пошуках дешевої електроенергії по всьому світові. Такою електроенергією, як правило, є надлишкова гідроенергія, що виникає у деяких регіонах світу під час повеней. Цей факт може означати менший середній коефіцієнт забруднення атмосфери внаслідок генерації електроенергії для майнінгу та, відповідно, меншу кількість викидів вуглекислого газу. Але з іншого боку, до набираючих популярність серед майнерів регіонів належать країни з переважаючим виробництвом електроенергії з викопного палива, такі як Казахстан та Іран.

Проблему збільшення споживання електроенергії мережею біткоїн та інших криптовалют і відповідний вплив на довкілля слід обговорювати з законодавцями, учасниками галузі та широкою громадськістю. Навколо цієї теми багато помилкових суджень та спекуляцій. Щоб зробити можливим масове прийняття криптовалюти, з боку галузі можна очікувати заходів щодо сталого масштабування мережі.

#### Література

1. Rauchs M., Blandin A., Klein K., Pieters G., Recanatini M., Zhang B. 2nd Global Cryptoasset Benchmarking Study. Cambridge Centre for Alternative Finance. 2018. URL: [https://www.ibs.cam.ac.uk/fileadmin/user\\_upload/research/centres/alternative-finance/downloads/2018-12-ccaf-2nd-global-cryptoasset-benchmarking.pdf](https://www.ibs.cam.ac.uk/fileadmin/user_upload/research/centres/alternative-finance/downloads/2018-12-ccaf-2nd-global-cryptoasset-benchmarking.pdf).
2. Carbon Footprint of Electricity Generation. The Houses of Parliament (United Kingdom), Parliamentary Office of Science and Technology. 2011. No. 383. 2011. P. 4. URL : [https://www.parliament.uk/documents/post/postpn\\_383-carbon-footprint-electricity-generation.pdf](https://www.parliament.uk/documents/post/postpn_383-carbon-footprint-electricity-generation.pdf).
3. Electricity from Coal / United States Environmental Protection Agency. URL : <https://web.archive.org/web/20100511013713/http://www.epa.gov/cleanrgy/energy-and-you/affect/coal.html>.
4. Raghuvanshi S. P., Chandra A., Raghav A.K. Carbon Dioxide Emissions from Coal Based Power Generation in India // *Energy Conversion and Management*. 2006. Vol. 47, Issue 4. P. 427–441. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196890405001214>.
5. Rauchs M., Blandin A., Dek A. 2019. Cambridge Bitcoin Electricity Consumption Index. URL : <https://cbeeci.org/>.
6. The Bitcoin Mining Network / Coinshares. 2019. URL: <https://coinshares.co.uk/wp-content/uploads/2019/06/MiningWhitepaperJun2019FinalForeword.pdf>.
7. Foteinis S. Bitcoin's Alarming Carbon Footprint. *Nature*. 2018. Vol. 554 (7691), 169. URL : <https://www.nature.com/articles/d41586-018-01625-x>.
8. Krause M. J. Tolaymat T. Quantification of Energy and Carbon Costs for Mining Cryptocurrencies. *Nature Sustainability*. 2018. Vol. 1. P. 711–718. URL : <https://www.nature.com/articles/s41893-018-0152-7.pdf>.
9. McCook H. The Cost & Sustainability of Bitcoin. URL: [https://www.academia.edu/37178295/The\\_Cost\\_and\\_Sustainability\\_of\\_Bitcoin\\_August\\_2018](https://www.academia.edu/37178295/The_Cost_and_Sustainability_of_Bitcoin_August_2018).
10. Mora C., Rollins R.L., Taladay K., Kantar M.B., Chock M.K., Shimada M., Franklin E.C. Bitcoin Emissions Alone Could Push Global Warming Above 2°C. *Nature Climate Change*. 2018. Vol. 8. P. 931–933. URL : <https://www.nature.com/articles/s41558-018-0321-8.pdf>.
11. British Petroleum Statistical Review of World Energy 2018. British Petroleum Report: 67th edition. 2018. URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf>.

12. Stoll C., Klaaßen L., Gallersdörfer U. The Carbon Footprint of Bitcoin. *Joule*. 2019. Vol. 3, Issue 7. P. 1647–1661. URL : <https://www.cell.com/action/showPdf?pii=S2542-4351%2819%2930255-7>.
13. Vires A. Renewable Energy Will Not Solve Bitcoin's Sustainability Problem. *Joule*. 2019. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.joule.2019.02.007>.
14. Vries A. Bitcoin's Growing Energy Problem. *Joule*. 2018. Vol. 2, Issue 5. P. 801–805.
15. World Energy Outlook 2017. International Energy Agency. 2017. URL : <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2017>.

#### References

1. Rauchs, M., Blandin, A., Klein, K., Pieters, G., Recanatini, M., Zhang, B. (2018). 2nd Global Cryptoasset Benchmarking Study. Cambridge Centre for Alternative Finance. Retrieved from [https://www.jbs.cam.ac.uk/fileadmin/user\\_upload/research/centres/alternative-finance/downloads/2018-12-ccaf-2nd-global-cryptoasset-benchmarking.pdf](https://www.jbs.cam.ac.uk/fileadmin/user_upload/research/centres/alternative-finance/downloads/2018-12-ccaf-2nd-global-cryptoasset-benchmarking.pdf).
2. The Houses of Parliament (United Kingdom), Parliamentary Office of Science and Technology (2011). Carbon Footprint of Electricity Generation, 383, 4. Retrieved from [https://www.parliament.uk/documents/post/postpn\\_383-carbon-footprint-electricity-generation.pdf](https://www.parliament.uk/documents/post/postpn_383-carbon-footprint-electricity-generation.pdf).
3. United States Environmental Protection Agency (2019). Electricity from Coal. Retrieved from <http://www.epa.gov/cleanrgy/energy-and-you/affect/coal.html>.
4. Raghuvanshi, S. P., Chandra, A., Raghav, A.K. (2006). Carbon Dioxide Emissions from Coal Based Power Generation in India. *Energy Conversion and Management*, 47, 4, 427-441. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196890405001214>.
5. Rauchs, M., Blandin, A., Dek, A. (2019). Cambridge Bitcoin Electricity Consumption Index. Retrieved from <https://cbeci.org/>.
6. Coinshares. The Bitcoin Mining Network. (2019). Retrieved from <https://coinshares.co.uk/wp-content/uploads/2019/06/MiningWhitepaperJun2019FinalForeword.pdf>.
7. Foteinis, S. (2018). Bitcoin's Alarming Carbon Footprint. *Nature*, 554 (7691), 169. Retrieved from <https://www.nature.com/articles/d41586-018-01625-x>.
8. Krause, M. J., Tolaymat, T. (2018). Quantification of Energy and Carbon Costs for Mining Cryptocurrencies. *Nature Sustainability*, 1, 711-718. Retrieved from <https://www.nature.com/articles/s41893-018-0152-7.pdf>.
9. McCook, H. (2018). The Cost & Sustainability of Bitcoin. Retrieved from [https://www.academia.edu/37178295/The\\_Cost\\_and\\_Sustainability\\_of\\_Bitcoin\\_August\\_2018](https://www.academia.edu/37178295/The_Cost_and_Sustainability_of_Bitcoin_August_2018).
10. Mora, C., Rollins R.L., Taladay, K., Kantar, M.B., Chock, M.K., Shimada, M., Franklin, E.C. (2018). Bitcoin Emissions Alone Could Push Global Warming Above 2°C. *Nature Climate Change*, 8, 931-933. Retrieved from <https://www.nature.com/articles/s41558-018-0321-8.pdf>.
11. British Petroleum (2018). Statistical Review of World Energy 2018. British Petroleum Report: 67th edition. Retrieved from <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf>.
12. Stoll, C., Klaaßen, L., Gallersdörfer, U. (2019). The Carbon Footprint of Bitcoin. *Joule*, 3, 7, 1647-1661. Retrieved from <https://www.cell.com/action/showPdf?pii=S2542-4351%2819%2930255-7>.
13. Vires, A. (2019). Renewable Energy Will Not Solve Bitcoin's Sustainability Problem *Joule*. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joule.2019.02.007>.
14. Vries, A. (2018) Bitcoin's Growing Energy Problem. *Joule*, 2, 5, 801-805.
15. International Energy Agency (2017). World Energy Outlook. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2017>.

**Natalia Grebeniuk, Oleksii Dotsenko**

V.N. Karazin Kharkiv National University

4 Svobody Sq., 61022, Kharkiv, Ukraine

E-mail: [nogrebenyuk@karazin.ua](mailto:nogrebenyuk@karazin.ua), [psp9999psp@gmail.com](mailto:psp9999psp@gmail.com)ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0548-4772>, <https://orcid.org/0000-0002-2028-1810>

## MODERN CRYPTOGRAPHIC TOOLS FOR DOING BUSINESS

Not much time has passed since the advent of the first Bitcoin cryptocurrency in 2009. It was the starting point for the development of blockchain technologies. In just one decade there occurred global rethinking of this significant technology for the economy. After a long stage of testing the mentioned technology reliability, it started to be tested in various fields of industry, logistics, e-commerce and business management. Cryptographic technology is a special case of using a decentralized data registry and a mechanism of decision making and coordination without human factor participation. Thanks to this range of properties, cryptographic technologies began to expand the field of their application, diversify functions and standards, and to improve their characteristics and qualities. Directly for business, it has truly become a technology of the future. Optimization and automation of business administration and management, logistics, expansion of methods of attracting investments – all this started to be subjected to cryptographic systems control. Cryptographic technologies cause more and more changes in the work of the financial sector that leads to finding new solutions in the field of state regulation of business processes. The article considers the use of such systems in business problems solving. Descriptions of the examples of the world experience in using cryptographic systems for optimization processes are given. The main types of tokens are compared, their operation and functions are described. The arguments for the most effective further expansion of the scope of using tokens are brought forward. The developed algorithm for the implementation of cryptographic technologies in business using the example of a blockchain platform is described.

**Keywords:** cryptocurrency, blockchain, business processes, finance.**JEL Classification:** C45, C81, E44, F20.**Н.О. Гребенюк, О.В. Доценко**

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

пл. Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна

E-mail: [nogrebenyuk@karazin.ua](mailto:nogrebenyuk@karazin.ua), [psp9999psp@gmail.com](mailto:psp9999psp@gmail.com)ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0548-4772>, <https://orcid.org/0000-0002-2028-1810>

## СУЧАСНІ КРИПТОГРАФІЧНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ ВЕДЕННЯ БІЗНЕСУ

Прошло не так багато часу з виникнення першої криптовалюти Біткоїн в 2009 р. Це стало відправною точкою розвитку блокчейн технологій. Всього за одне десятиліття відбулося глобальне переосмислення цих значущих для економіки технологій. Після тривалого етапу перевірки надійності криптографічної технології, її почали тестувати в самих різних областях виробництва, логістики, електронної комерції та управління бізнесом. Технологія являє собою окремий випадок використання децентралізованого реєстру даних і механізму прийняття і узгодження рішень без втручання людського фактору. Завдяки такому спектру можливостей стало розширюватися поле застосування криптографічних технологій, почалися диверсифікація функцій і стандартів, покращення їх властивостей і якості. Безпосередньо для ведення бізнесу це стало дійсно технологією майбутнього дня. Оптимізація і автоматизація бізнес адміністрування та управління, логістики, розширення методів залучення інвестицій – все це почало переходити під контроль криптографічних систем. Криптографічні технології вносять все більше змін у роботу фінансового сектору, що призводить до необхідності пошуку нових рішень у сфері державного регулювання бізнес-процесів. У статті розглядається використання подібних технологій та систем для вирішення бізнес-проблем. Наведено опис прикладів світового досвіду використання криптографічних систем для процесів оптимізації. Порівнюються основні типи токенів, описується їх дія та функції. Висуваються аргументи для найбільш ефективного подальшого розширення сфери операцій із токенами. Представлено розроблений автором алгоритм впровадження криптографічних технологій у бізнесі на прикладі блокчейн платформи.

**Ключові слова:** криптовалюта, блокчейн, бізнес-процеси, фінанси.**JEL Classification:** C45, C81, E44, F20.

**Н.А. Гребенюк, А.В. Доценко**

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина

пл. Свободы, 4, г. Харьков, 61022, Украина

E-mail: [nogrebenyuk@karazin.ua](mailto:nogrebenyuk@karazin.ua), [psp9999psp@gmail.com](mailto:psp9999psp@gmail.com)ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0548-4772>, <https://orcid.org/0000-0002-2028-1810>

## СОВРЕМЕННЫЕ КРИПТОГРАФИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ БИЗНЕСА

Прошло не так много времени с возникновения первой криптовалюты Биткоин в 2009 г. Это стало отправной точкой развития блокчейн технологий. Всего за одно десятилетие произошло глобальное переосмысление этой значимой для экономики технологии. После длительного этапа проверки надежности криптографической технологии, ее начали тестировать в самых различных областях производства, логистики, электронной коммерции и управления бизнесом. Технология представляет собой частный случай использования децентрализованного реестра данных и механизма принятия и согласования решений без участия человеческого фактора. Благодаря такому спектру возможностей начало расширяться поле применения криптографических технологий, стали диверсифицироваться функции и стандарты, улучшаться их характеристики и качества. Непосредственно для ведения бизнеса они действительно стали технологиями будущего дня. Оптимизация и автоматизация бизнес администрирования и управления, логистики, расширение методов привлечения инвестиций – всё это начало переходить под контроль криптографических систем. Криптографические технологии вносят все больше изменений в работу финансового сектора, что приводит к необходимости поиска новых решений в области государственного регулирования бизнес-процессов. В статье рассматривается использование подобных систем и технологий для решения бизнес-задач. Приводятся описания примеров мирового опыта использования криптографических систем для процессов оптимизации. Сравняются основные типы токенов, описываются их работа и функции. Приводятся аргументы в пользу наиболее эффективного дальнейшего расширения сферы работы с токенами. Представлен разработанный автором алгоритм внедрения криптографических технологий в бизнес на примере блокчейн платформы.

**Ключевые слова:** криптовалюта, блокчейн, бизнес-процессы, финансы.

**JEL Classification:** C45, C81, E44, F20.

**Introduction.** We live in the world of dynamic changes in the field of innovations and technologies that facilitate the introduction of revolutionary new financial instruments, ways of doing business, of modernizing accounting and information sharing, as well as the rise of other positive phenomena.

Cryptographic technologies have become a new driver for the development of business models for a long time. More and more companies are investing their capital in improving logistics using blockchain platforms, issuing ICOs for quick fundraising, diversifying risks and improving their financial condition by investing in token assets. But, as before, the situation with the definitions and concepts of cryptographic tools remains unsolved. Today, Bitcoin's capitalization is about 135 billion dollars, which is slightly more than the budget of Ukraine amounting to 40 billion dollars (2019) (Ministry of Finance of Ukraine, 2019). The total capitalization of the crypto-assets market becomes more than \$ 200 billion, and gradually begins to restore growth (CoinMarketCap, 2019).

The cryptographic technology market presents great advantages in doing business, which provokes a great interest in research in this area of activity. At the given stage of cryptographic innovations development there are several fundamental problems that impede the process of innovation implementing. The most significant problems include the adjustment of legislative aspects and adaptation to the traditional systems of doing business. But the biggest problem is a lack of understanding of the fundamental differences and methods of using certain crypto assets.

Many scientists around the world have studied this topic of scientific work, including such as: Ed. Tijan, S. Aksentijevic (Tijan et al., 2019), H. Hassani, Xu Huang, E. Silva (Hassani et al., 2018), J. Agajo (Agajo et al., 2019), S.M. Avdoshin (Avdoshin & Savelyeva, 2006), I.P. Novikov (Novikov et al., 2017), A.V. Babkin (Babkin et al., 2017).

**The object-matter** of this research is learning innovative methods of doing business using cryptographic technologies.

**The subject-matter** of the research is functional features of existing crypto assets and their practical application in doing business.



The **objective** of the research is to develop an algorithm for implementing cryptographic systems to optimize the business in Ukraine. In accordance with the subject and the specified above objective of the study, we set the following **tasks**:

to consider the existing types of cryptocurrencies and tokens, systematizing them according to the functional features;

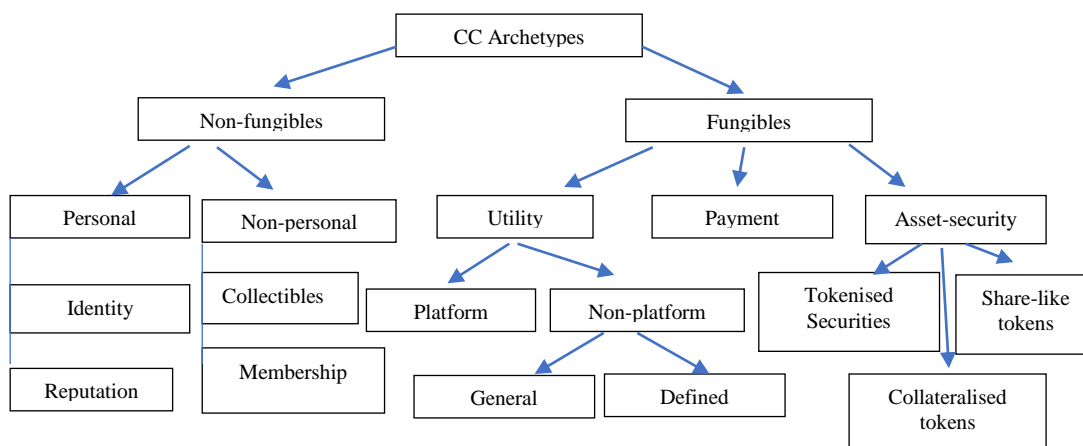
to analyze the global experience of using crypto technologies in different business areas;

to create algorithm for implementation crypto technologies in doing business on the example of the blockchain platform.

The methodological grounds of the study are the historical and systematic approaches, general finance theory fundamental provisions, sustainable development concept, as well as the applied research methods: comparative, system-structured analysis, statistical and factor analysis.

**Results of the research.** Almost 10 years have passed since the release of the first protocol of a blockchain and the first world decentralized cryptocurrency. Bitcoin is the first such an equivalent as well as the first ever popular prototype of cryptocurrencies. Cryptocurrencies have a number of advantages in electronic accounts, such as the speed of transactions and the endless process of splitting a whole unit of currency. With this function, we can realize the absolute equivalent between any values, both infinitesimal and large. Over time, new unique types of currencies emerged. Some have historically begun to be used in tight closed systems and functioned as specific cryptographic assets that are classified according to their scope.

The classification of crypto-assets has very extensive systems (fig. 1.). In terms of market capital ratings, BTC, XRP and BCH dominate payment / value storage, whereas platform tokens such as ETH and EOS are dominated by smart contracts and decentralized applications (DApp). Of the 200 most popular crypto assets by market maximum, security assets account for about half. The growing number of token assets and securities remains very small (only 3%) (Crypto Compare, 2018).



**Fig. 1. Classification of cryptocurrency assets by archetypes**

Source: (Crypto Compare, 2018)

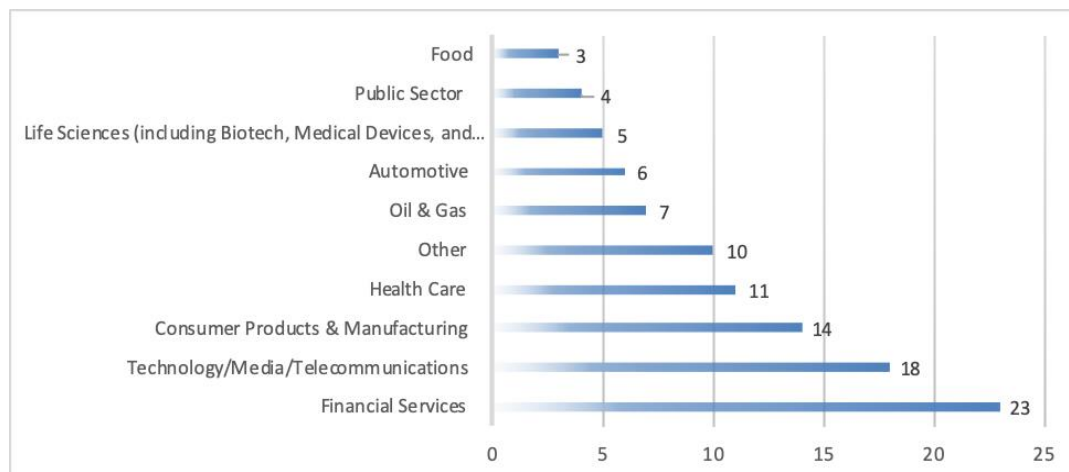
Although utility tokens exhibit less market capitalization than payment-based crypto-assets, they are much larger and have a wide range of uses. Most utility tokens are platform-based and designed for a specific network. Most higher-end non-platform utility tokens use Ethereum (ETH) as their smart contract platform (Avdoshin & Savelyeva, 2006).

The classification given is quite extensive and detailed. In general, the main three branches of tokens can be distinguished. The first – «*Cryptocurrencies*» – characterizes the crypto-asset used for the measure of value and payment, compared to the function of electronic currencies. Examples of the first type are Bitcoin (BTC), Litecoin (LTC), Dash (DASH). The second is «*Cryptocommodities*», which are used to access digital resources, such as cloud storage. Examples of the second type are: Golem (GNT) for CPU Power, Storj (STORJ) for Cloud Storage, Ethereum (ETH) for Smart Contracts. And last, «*Cryptotokens*», which describes the digital equivalent of specific products,

services, or resources on specific platforms. examples of the third type: Gnosis (GNO) for Prediction Markets, Digix (DGX) for Gold-backed token.

About 54% of crypto-assets are centralized systems. About 30% is decentralized, and other systems combine mixed principles. Most of the centralized systems are financial cryptographic assets (Crypto Compare, 2018).

In terms of industry classification, financial and insurance crypto-assets dominate the crypto-asset ecosystem. The ONS (Object Name Service) industry standard classification was applied to up to 75% of cryptocurrencies when taxed. The rest were categorized as “Blockchain application specific”. The vast majority of cryptocurrencies were financial and insurance related (40% of the total). About 23% of financial service providers operate on Blockchain platforms (fig. 2.). Cryptocurrencies in the financial and insurance sectors tend to have higher market capitalization than other industry classifications (Deloitte, 2018).



**Fig. 2. Applications of the blockchain protocol**

Source: (Deloitte', 2018)

According to the FINMA guidelines, at least 54.8% of publicly placed crypto assets are considered securities (Crypto Compare, 2018). Most crypto assets are centralized in one form or another; this trend is driven by the increasing centralization of non-platform tokens that are focused on serving a particular network. Cryptographic payments show a much lower concentration of property levels than utility tokens and security tokens. Tokens for the prediction and trading markets represent the most concentrated use cases of utility tokens. Crypto-assets using decentralized network servers (DASH, NEM) show a significant difference in the distribution of property compared to other crypto-assets.

According to the data structure, just under half of all cryptocurrencies in the study were created using the ERC-20 protocol built on the Ethereum platform. Approximately 9% of all tokens were based on non-Ethereum blockchains.

Especially here such countries as Ukraine, Poland, as well as the Baltic countries, Belarus stand out. In particular, Ukraine is among the top three countries in the number of IT specialists, and has long taken its place in the global division of labor in this innovative sphere. Many even prophesy her world leadership in this area in the near future (Kim, 2018).

Ukraine is in the TOP-10 countries in the number of Bitcoin users (Ukraine Digital News, 2018). In Ukraine, its activity is the largest in the CIS, the bitcoin agency Kuna (Kuna Fintech Limited, 2018), one of the projects of which is the cryptocurrency exchange. Large development and research companies, such as the Distributed Lab (Distributed Lab, 2019), also operate here.

The use of decentralized technologies is planned and partially implemented already at the state level: e-Auction 3.0, e-Vox (e-Vox, 2019), E-Ukraine (E-Ukraine, 2019). The cryptocurrency community in Ukraine is also very developed. Also, there are several examples of world experience

in using cryptographic systems for optimization processes. Examples include projects such as: GEO Protocol (GEO Protocol, 2019), Remme (Remme, 2019), Hacken (Hacken, 2019) and others.

For the development of the entire economy, it is necessary that more companies of both large concerns and small companies introduce this technology. Having studied the world experience and systematized it to simplify the process and reduce the implementation time, we offer a step-by-step description of this procedure. We propose an algorithm based on the analysis of the following works by scientists such as: Ed. Tijan and S. Aksentijevic (Tijan et al., 2019), H. Hassani, Xu Huang, E. Silva (Hassani et al., 2018), J. Agajo (Agajo et al., 2019). To implement cryptographic technologies in business processes, the following work algorithm is proposed:

a) Set a goal. The first step is to achieve your core business goal. If you know why you really need a blockchain, you are more likely to succeed in finding a solution.

b) Think about the benefits. In other words, try to answer the following question: what would I benefit from this? It makes no sense to include blockchain in your business if you cannot determine the benefits of this move.

c) Create a structure. The main decisions you need here are: consensus rules, data privacy for book users, a set of algorithms to run.

d) Development of a roadmap. Make sure it contains the following items:

Description of Minimum Viable Product (MVP).

Full Feature Product Description (FFP).

Characteristics of the platform. Here you can specify the platform used to create the MVP.

Product design and prototyping.

Possible / actual review of issues.

Make a list of the problems you encountered while developing a full-fledged product.

e) Choose a platform to integrate blockchain technology into your business.

f) Implement the concept.

g) Add use cases. Think about the possible ways to use blockchain in your business. This will help you better understand the main pros and cons of your concept.

**Conclusions.** Having conducted the research, the following conclusions have been made:

- Certainly, the field of cryptographic technologies is one of the most promising and has great prospects in using.

- The main reason for the various approaches to crypto assets classification is their special properties and features of their functionality.

- There are many types of cryptographic assets that make it possible to use these technologies in various fields of business activity.

- It's very important for a business to implement technology as quickly as possible in order to earn extra profits.

- The topic is very extensive and requires further expansion and in-depth study.

#### References

1. Capitalization cryptocurrency market by CoinMarketCap. Retrieved from <https://coinmarketcap.com>.
2. Implementation of the state budget of Ukraine 2019. Ministry of Finance of Ukraine. Retrieved from <https://index.minfin.com.ua/finance/budget/gov/>. (In Ukrainian)
3. Tijan, E., Aksentijevic, S., Ivanic, K. and Jardas M. (2019). Blockchain Technology Implementation in Logistics. *Sustainability* 2019, 11, 1185. doi:10.3390/su11041185.
4. Hassani, H., Huang, Xu and Silva, E. (2018). Big-Crypto: Big Data, Blockchain and Cryptocurrency. *Big Data Cogn. Comput.*, 2, 34. doi:10.3390/bdcc2040034.
5. Agajo, J., Adewale Ajao, L., Adewale Adedokun, E. and Karngong, L. (2019) Crypto Hash Algorithm-Based Blockchain Technology for Managing Decentralized Ledger Database in Oil and Gas Industry. *Multidisciplinary Scientific Journal*, 2, 300-325. doi:10.3390/j2030021.
6. Avdoshin, S.M., Savelyeva A.A. (2006). Cryptographic methods for protecting information systems. *News AIN them. A.M. Prokhorov. Business Informatics*, 17, 91-99. Retrieved from <https://www.hse.ru/data/005/621/1235/001.pdf>. (In Russian)
7. Vlasov A.I., Karpunin A.A., Novikov I. P. (2017). System analysis of blockchain data exchange and storage technology. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/sistemnyy-analiz-tehnologii-obmena-i-hraneniya-dannyh-blockchain>. (In Russian)
8. Babkin A.V., Burkaltseva D.D., Pshenichnikov V.V., Tyulin A.S. (2017). Cryptocurrency and blockchain - technology in the digital economy: the genesis of development. *Scientific and technical statements of SPbSPU*.

- Economic sciences*, 10, 5, 9-22. Retrieved from [https://economy.spbstu.ru/userfiles/files/articles/2017/5/01\\_babkin\\_burkaltseva\\_pshenichnikov\\_tyulin.pdf](https://economy.spbstu.ru/userfiles/files/articles/2017/5/01_babkin_burkaltseva_pshenichnikov_tyulin.pdf). (In Russian)
9. Cryptoasset Taxonomy Report 2018. Retrieved from <https://www.cryptocompare.com/media/34478555/cryptocompare-cryptoasset-taxonomy-report-2018.pdf>.
  10. Breaking blockchain open Deloitte's 2018 global blockchain survey. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/financial-services/us-fsi-2018-global-blockchain-survey-report.pdf>.
  11. John Sung Kim. (2018). Ukraine Is The Best Kept Secret In California's Startup Scene. Retrieved from <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2018/10/16/ukraine-is-the-best-kept-secret-in-californias-startup-scene/#779e540c7ebc>.
  12. Official site of the Ukraine Digital News. Retrieved from <https://www.uadn.net/2018/05/31/ukraine-among-top-10-countries-by-the-number-of-cryptocurrency-users/>.
  13. Official site of Kuna Fintech Limited. Retrieved from <https://kuna.io>.
  14. Official site of Distributed Lab. Retrieved from <https://distributedlab.com>.
  15. Official site of e-Vox: an open platform for e-democracy. Retrieved from <http://ukr.e-vox.org>.
  16. Official site of Portal development of e-democracy. Retrieved from <https://eukraine.org.ua/ua>.
  17. Official site of the GEO Protocol project. Retrieved from <https://www.geoprotocol.io>.
  18. Official site of the Remme project. Retrieved from <https://remme.io>.
  19. Official site of the Hacken project. Retrieved from <https://hacken.io>.

#### Література

1. Capitalization cryptocurrency market by CoinMarketCap. URL: <https://coinmarketcap.com>.
2. Виконання державного бюджету України в 2019 р. Міністерство фінансів України. URL: <https://index.minfin.com.ua/finance/budget/gov/>.
3. Tijan E., Aksentijevic S., Ivanic K. and Jardas M. Blockchain Technology Implementation in Logistics. *Sustainability*. 2019, Vol. 11, 1185. doi:10.3390/su11041185.
4. Hassani H., Huang Xu and Silva E. Big-Crypto: Big Data, Blockchain and Cryptocurrency. *Big Data Cogn. Comput.* 2018, Vol.2, 34. doi:10.3390/bdcc2040034.
5. Agajo J., Adewale Ajao L., Adewale Adedokun E. and Karngong L. Crypto Hash Algorithm-Based Blockchain Technology for Managing Decentralized Ledger Database in Oil and Gas Industry. *Multidisciplinary Scientific Journal*. 2019. Vol. 2. P. 300–325. doi:10.3390/j2030021.
6. Авдошин С.М., Савельева А.А. Криптографические методы защиты информационных систем. *Известия АИИ им. А.М. Прохорова. Бизнес-информатика*. 2006. Т. 17, С. 91–99. URL: <https://www.hse.ru/data/005/621/1235/001.pdf>
7. Власов А.И., Карпунин А.А., Новиков И. П. Системный анализ технологий обмена и хранения данных BLOCKCHAIN. 2017. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistemnyy-analiz-tehnologii-obmena-i-hraneniya-dannyh-blockchain>.
8. Бабкин А. В., Буркальцева Д.Д., Пшеничников В.В., Тюлин А.С. Криптовалюта и блокчейн – технология в цифровой экономике: генезис развития. *Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки*. Т. 10, № 5, 2017, С. 9–22. URL: [https://economy.spbstu.ru/userfiles/files/articles/2017/5/01\\_babkin\\_burkaltseva\\_pshenichnikov\\_tyulin.pdf](https://economy.spbstu.ru/userfiles/files/articles/2017/5/01_babkin_burkaltseva_pshenichnikov_tyulin.pdf).
9. Cryptoasset Taxonomy Report 2018. URL: <https://www.cryptocompare.com/media/34478555/cryptocompare-cryptoasset-taxonomy-report-2018.pdf>.
10. Breaking blockchain open Deloitte's 2018 global blockchain survey. URL: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/financial-services/us-fsi-2018-global-blockchain-survey-report.pdf>.
11. John Sung Kim. Ukraine Is The Best Kept Secret In California's Startup Scene. 2018. URL: <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2018/10/16/ukraine-is-the-best-kept-secret-in-californias-startup-scene/#779e540c7ebc>.
12. Official site of the Ukraine Digital News. URL: <https://www.uadn.net/2018/05/31/ukraine-among-top-10-countries-by-the-number-of-cryptocurrency-users/>.
13. Official site of Kuna Fintech Limited. URL: <https://kuna.io>.
14. Official site of Distributed Lab. URL: <https://distributedlab.com>.
15. Official site of e-Vox: an open platform for e-democracy. URL: <http://ukr.e-vox.org>.
16. Official site of Portal development of e-democracy. URL: <https://eukraine.org.ua/ua>.
17. Official site of the GEO Protocol project. URL: <https://www.geoprotocol.io>.
18. Official site of the Remme project. URL: <https://remme.io>.
19. Official site of the Hacken project. URL: <https://hacken.io>.

## СТУДЕНТСЬКІ СТУДІЇ

УДК 351.72

DOI: 10.26565/2311-2379-2019-97-09

**М.В. Довга**

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

пл. Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна

E-mail: [margarita.dovga.98@gmail.com](mailto:margarita.dovga.98@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3351-0464>

### ВПЛИВ ІНСТИТУТУ КОНТРОЛЮ НА ВАЛОВИЙ ВНУТРІШНІЙ ПРОДУКТ КРАЇНИ

В статті досліджується вплив діяльності інституту контролю на стан валового внутрішнього продукту країни шляхом послідовного аналізу. На початковому етапі розглянуто диференціацію агентів державного фінансового контролю та обґрунтована доцільність аналізу саме суб'єктів державного фінансового контролю, в порівнянні з квазісуб'єктами. Визначено, що до суб'єктів контролю відносяться дві інституції, а саме Рахункова палата України та Державна аудиторська служба України. Для розгляду були використані офіційні звіти Державної аудиторської служби, які мають публічний характер та відображають результати діяльності даної структури протягом тривалого періоду часу. Задля досягнення поставленої мети було встановлено необхідність виявити наявність або відсутність зв'язку між приведеними показниками шляхом кореляційного аналізу. Для перевірки моделі на можливість використання, був розрахований коефіцієнт детермінації  $R^2$ , який показує, наскільки дані фактори описують модель та який відсоток займають невраховані фактори. Для оцінки адекватності досліджуваної моделі був проведений аналіз за допомогою критерію Фішера. Значимість приведених параметрів була оцінена за допомогою t-критерію. По результатам перевірки даних показників, визначено, що дана модель є адекватною експериментальним даним та може використовуватися для подальшого аналізу. Для оцінки якості моделі був розрахований коефіцієнт еластичності  $E_b$ . На основі проведеного дослідження виявлений позитивний вплив результативності діяльності агентів контролю, в частині відшкодованих витрат, на економічний стан країни через ріст валового внутрішнього продукту та обґрунтована необхідність посилення результативності їх діяльності, що матиме позитивний ефект на економічну ситуацію.

**Ключові слова:** інститут контролю, суб'єкти інституту контролю, зовнішній та внутрішній державний фінансовий контроль, валовий внутрішній продукт.

**JEL Classification:** H00, H10, H11.

**Marharyta Dovha**

V.N. Karazin Kharkiv National University

4 Svobody Sq., 61022, Kharkiv, Ukraine

E-mail: [margarita.dovga.98@gmail.com](mailto:margarita.dovga.98@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3351-0464>

### THE INFLUENCE OF THE INSTITUTE OF CONTROL ON THE GROSS DOMESTIC PRODUCT OF THE COUNTRY

The article examines the influence of the activity of the control institute on the state of the gross domestic product of the country through a consistent analysis. Initially, the differentiation of public financial control agents is considered and the feasibility of analyzing the entities of public financial control in comparison with quasi-entities is substantiated. It is determined that two entities, namely the Accounting Chamber of Ukraine and the State Audit Office of Ukraine, are subject to control. Official reports of the State Audit Service, which are public and reflect the results of the activity of this structure over a long period of time, were used for consideration. In order to achieve this goal, it was established that there is a need to identify the presence or absence of correlation between the given indicators by means of correlation analysis. To test the model for usability, a determination factor of  $R^2$  was calculated, which shows how much these factors describe the model and what percentage is described by the unaccounted factors. In order to assess the adequacy of the studied model, Fisher's analysis was performed. The significance of the parameters was estimated using the t-test. According to the results of verification of these indicators, it was determined that the model is adequate to experimental data and can be used for further

analysis. To evaluate the quality of the model, the coefficient of elasticity  $E_b$  was calculated. On the basis of the conducted research the positive effect of the activity of the control agents, in part of the reimbursed expenses, on the economic state of the country due to the growth of the gross domestic product is revealed and the necessity of enhancing the efficiency of their activity is substantiated, that will have a positive effect on the economic situation.

**Keywords:** institute of control, subjects of the institute of control, external and internal state financial control, gross domestic product.

**JEL Classification:** H00, H10, H11.

**М.В. Довга**

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина

пл. Свободы, 4, г. Харьков, 61022, Украина

E-mail: [margarita.dovga.98@gmail.com](mailto:margarita.dovga.98@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3351-0464>

## ВЛИЯНИЕ ИНСТИТУТА КОНТРОЛЯ НА ВАЛОВОЙ ВНУТРЕННИЙ ПРОДУКТ СТРАНЫ

В статье исследуется влияние деятельности института контроля на состояние валового внутреннего продукта страны путем последовательного анализа. На начальном этапе рассмотрена дифференциация агентов государственного финансового контроля и обоснована целесообразность анализа именно субъектов государственного финансового контроля, по сравнению с квазисубъектами. Определено, что к субъектам контроля относятся два института, а именно Счетная палата Украины и Государственная аудиторская служба Украины. Для рассмотрения были использованы официальные отчеты Государственной аудиторской службы, имеющие публичный характер и отражающие результаты деятельности данной структуры на протяжении длительного периода времени. Для достижения поставленной цели была установлена необходимость выявить наличие или отсутствие связи между показателями путем корреляционного анализа. Для проверки модели на возможность использования, был рассчитан коэффициент детерминации  $R^2$ , который показывает, насколько данные факторы описывают модель и какой процент занимают неучтенные факторы. Для оценки адекватности исследуемой модели был проведен анализ с помощью критерия Фишера. Значимость приведенных параметров была оценена с помощью  $t$ -критерия. По результатам проверки данных показателей, определено, что данная модель является адекватной экспериментальным данным и может использоваться для дальнейшего анализа. Для оценки качества модели был рассчитан коэффициент эластичности  $E_b$ . На основе проведенного исследования выявлено положительное влияние результативности деятельности агентов контроля, в части возмещенных расходов, на экономическое положение страны через рост валового внутреннего продукта и обоснована необходимость усиления результативности их деятельности, что может иметь положительный эффект на экономическую ситуацию.

**Ключевые слова:** институт контроля, субъекты института контроля, внешний и внутренний государственный финансовый контроль, валовый внутренний продукт.

**JEL Classification:** H00, H10, H11.

**Постановка проблеми.** Стан публічних фінансів, в тому числі і валового внутрішнього продукту країни (далі – ВВП), сильно залежить від такого фактора, як система державного фінансового контролю та його діяльності. Посилення результативності інституту контролю є важливою передумовою поступового економічного зростання шляхом формування належного аудиту, попередження незаконних дій з коштами, застосуванні штрафних санкцій до порушників та інше. Від ефективності державного фінансового контролю багато в чому залежить добробут народу, задля чого одна з найважливіших функцій державного управління повинна бути спрямована на виявлення відхилень від прийнятих стандартів законності, доцільності і ефективності управління фінансовими ресурсами та державною власністю, а також на своєчасне вжиття необхідних відповідних коригувань.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Огляд теоретичних та практичних аспектів організації фінансового контролю свідчить, що проблемами розвитку фінансового контролю в усіх його проявах займалися відомі вчені, зокрема: Ч. Бастейбл (Бастейбл, 2016), А. Хмельков (Хмельков, 2016), (Хмельков, 2017), Н. Виговська (Виговська & Стебляно, 2012) та інші. Вивченням аспектів покращення системи державного фінансового контролю займалися такі вітчизняні та зарубіжні вчені, зокрема Стефанюк (Стефанюк, 2011), М. Бариніна-Закірова (Бариніна-Закірова, 2005), О. Глуценко (Глуценко, 2016) та інші.

**Мета статті.** Дослідити наявність впливу інституту контролю на стан валового внутрішнього продукту країни на прикладі діяльності його агентів. Виходячи з мети дослідження, завданнями є: по-перше, виявити наявність або відсутність зв'язку між обсягом відшкодованих витрат та валовим внутрішнім продуктом країни; по-друге, оцінити якість даного зв'язку.

**Методологія дослідження.** В процесі написання статті використовувалися такі методи: аналіз та синтез в процесі вивчення теоретичних основ інституту контролю; статистичний метод з метою дослідження результатів діяльності агента контролю; метод моделювання в процесі визначення моделі залежності факторів та метод математичної статистики для проведення кореляційного аналізу.

**Основні результати дослідження.** Для уявлення предметної сфери потрібно ознайомитися з диференціацією агентів державного фінансового контролю. Слушною є думка А.В. Хмелькова, який розділяє групу «агенти інституту контролю» на такі субгрупування:

1) «суб'єкти державного фінансового контролю» у складі: Державної аудиторської служби України та Рахункової палати України;

2) «квазісуб'єкти державного фінансового контролю» у складі: Державної казначейської служби України (Казначейство України) та структурні підрозділи внутрішнього аудиту, утворені в центральних органах виконавчої влади (Хмельков, 2017).

Квазісуб'єкти подібні до суб'єктів державного фінансового контролю за деякими функціями, проте проведення державного фінансового контролю не їх є основним завданням, а тому проведення аналізу на основі їх звітності не буде показувати повної картини результатів контролю. Тож доцільним є проведення аналізу на основі звітності суб'єктів державного фінансового контролю.

За результатами аналізу офіційної звітності суб'єктів державного фінансового контролю було виявлено, що на сайті Рахункової палати (Рахункова палата України, 2019) представлені результати діяльності за 2017 та 2018 роки, що є незначним періодом для проведення дослідження, і вони не відображають інформації про обсяги відшкодованих витрат.

Отож, для аналізу було обрано звітність Державної аудиторської служби України (Державна аудиторська служба, 2019), оскільки даний інститут контролю має згруповані належним чином звіти, які відображають стан її діяльності протягом 1997-2019 років та які стануть основою для проведення якісного аналізу. Для розуміння специфіки даного інституту доцільно розглянути його компетенцію, яка представлена на рис. 1.



**Рис. 1. Схема компетенції Державної аудиторської служби України**

Джерело: (Хмельков, 2017)

Безперечно, із всіх складових елементів компетенції Державної аудиторської служби України, які представлені рисунком 1, першочерговим елементом, на який має бути акцентована увага є здійснення державного фінансового контролю, спрямованого на оцінку ефективного, законного та цільового використання та збереження державних фінансових ресурсів, досягнення економії бюджетних коштів, який реалізується через здійснення: державного фінансового аудиту; перевірки державних закупівель; інспектування (ревізії); моніторингу закупівель (Державна аудиторська служба, 2019).

Задля досягнення поставленої мети – тобто дослідження наявності впливу результативності діяльності агента контролю на ВВП – потрібно встановити зв'язок між приведеними показниками, що може бути досягнуто шляхом побудови рівняння множинної регресії. Побудова даного рівняння починається з рішення питання про специфікацію моделі. Він включає два круги питань: відбір чинників і побудова рівняння регресії.

Проведено спочатку аналіз чинників. Задля цього необхідно проаналізувати статистичні звіти, представлені на офіційному сайті Державної аудиторської служби України (Державна аудиторська служба, 2019).

Для проведення аналізу були використані дані про валовий внутрішній продукт у фактичних цінах (залежна змінна – Y), обсяг охоплених контролем фінансових і матеріальних ресурсів (незалежна змінна – X1), обсяг недоотриманих фінансових ресурсів (незалежна змінна – X2), обсяг відшкодованих витрат, проведених з порушенням законодавства (незалежна змінна – X3).

Необхідні дані для проведення даного дослідження за 2015-2018 роки представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

**Значення факторів для проведення дослідження за 2015-2018 рр., тис. грн.**

Станом на	ВВП, у фактичних цінах, (Y)	Обсяг охоплених контролем ресурсів, (X1)	Недоотримано фін. ресурсів, (X2)	Відшкодовано витрат, проведених з порушенням законодавства, (X3)
1 квартал 2015	375991000	89504216,95	56607,87	108678,02
2 квартал 2015	456715000	272959695,5	208544,82	264386,08
3 квартал 2015	566997000	579767564,5	492049,6	417438,92
4 квартал 2015	588841000	754313536,1	790528,56	549135,87
1 квартал 2016	455298000	84129411,74	305665,41	140639,55
2 квартал 2016	535701000	242108811,1	973822,86	264733,95
3 квартал 2016	671456000	320545427,8	1122806,302	358913,77
4 квартал 2016	722912000	465390581,7	1298099,2	470227,57
1 квартал 2017	592523000	56227469,96	292874,16	184984,62
2 квартал 2017	665233000	118615807,1	495359,68	359931,86
3 квартал 2017	834287000	350539941,9	566784,24	482658,4
4 квартал 2017	891839000	428608352,9	642868,39	562755,85
1 квартал 2018	705013000	81341795,46	177407,45	268832,96
2 квартал 2018	810820000	164994124,7	706894,8	436215,64
3 квартал 2018	994850000	332719024,6	865650,64	596420,71
4 квартал 2018	1048023000	392893157	954992,6	674262,98

Джерело: (Державна служба статистики України, 2019); (Державна аудиторська служба, 2019)



Почати дослідження доцільно з перевірки майбутньої моделі за даними факторам на можливість використання моделі в прикладних дослідженнях.

Мірою того, наскільки добре модель описує дану систему спостережень, слугує коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ). Чим ближче цей коефіцієнт до 1, тим краще підібрана модель для опису конкретного економічного явища. Значення  $R^2$  беремо з даних результативної таблиці 2, яка містить також значення параметрів  $b_0$ ,  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$ , F-статистики, що буде необхідно для проведення аналізу побудованої моделі.

Таблиця 2

## Результат застосування функції ЛИНЕЙН в MS Excel

1487,664803 ( $b_3$ )	25,33767973 ( $b_2$ )	-0,666604562 ( $b_1$ )	292870359 ( $b_0$ )
113,2561235 ( $se_{b_3}$ )	44,38138443 ( $se_{b_2}$ )	0,087403654 ( $se_{b_3}$ )	30859674,82 ( $se_{b_0}$ )
0,951683816 ( $R^2$ )	47711102,43	-	-
78,78799427 ( $F_{емп}$ )	12	-	-
538046985587358000	27316191537079900	-	-

Джерело: розраховано автором

Отже, значення  $R^2 = 0,9517$  та є близьким до 1, а отже, обрані для аналізу фактори на 95,17% описують дану модель, у той час, як на інші не враховані фактори доводиться лише 4,83% зміни.

Визначимо наступне рівняння регресії за даними таблиці 2, оскільки вона містить достатньо для цього даних:

$$Y^{\wedge} = 292870359 - 0,666604562 * X_1 + 25,33767973 * X_2 + 1487,664803 * X_3.$$

Виявивши реальний вплив приведених факторів та визначивши модель, дослідимо адекватність самої моделі та значимість її факторів. Перевірку адекватності досліджуваної моделі проведемо за допомогою критерія Фішера.

Розраховане значення статистики Фішера ( $F_{емп}$ ) необхідно порівняти з табличним ( $F_{крит}$ ). Можлива помилка (рівень значущості) може прийматися 0,05 або 0,01. Це означає, що у 95 % або 99% випадків (рівень довіри) висновки будуть правильними. За умови, що  $F_{емп} > F_{крит}$ , побудова регресійної моделі відповідає реальній дійсності (Гур'янова та ін., 2015).

Емпіричне значення критерію ( $F_{емп}$ ) для ймовірності  $p=0,95$  дорівнює 78,79. Критичне значення критерію ( $F_{крит}$ ) для ймовірності  $p=0,95$  дорівнює 3,490294821, що було розраховано за допомогою функції ФРАСПОБР в MS Excel. Оскільки  $F_{емп} > F_{крит}$ , то з надійністю 95% дану модель можна вважати адекватною експериментальним даним і на її підставі можна проводити економічний аналіз.

Перевірку значимості обраних факторів проведемо за допомогою t-критерію. Для цього використаємо критерій Стюдента. Розрахуємо для кожного параметра розрахункове значення за критерієм Стюдента по наступній формулі:  $t_{bi} = bi / se_{bi}$ , де  $bi$  – значення параметра,  $se_{bi}$  – стандартна похибка оцінки та представимо отримані значення в таблиці 3.

Таблиця 3

## Розрахункове значення t-критерію

$t_{b_3}$	$t_{b_2}$	$t_{b_1}$	$t_{b_0}$
13,13540281	0,570907827	-7,626735627	9,490390314

Джерело: розраховано автором

Критичне значення t-критерію склало 2,178812827, що було розраховано за допомогою функції СТЬЮДРАСПОБР в MS Excel.

У разі якщо  $|t_{розра}| > t_{крит}$ , то відповідний фактор значно впливає на результативну ознаку (Гур'янова та ін., 2015). Серед приведених факторів значний вплив на результативну ознаку

мають такі фактори, як обсяг відшкодованих витрат (X3) та обсяг охоплених контролем ресурсів (X1).

Після доведення адекватності даної моделі та значимості її факторів, виявимо наявність або відсутності зв'язку між досліджуваними змінними. Для цього побудуємо кореляційну матрицю, яка показана в таблиці 4.

Таблиця 4

**Результат застосування інструменту аналізу «Кореляція» в MS Excel**

	ВВП, у фактичних цінах, Y	Обсяг охоплених контролем ресурсів, X1	Недоотримано фін. ресурсів, X2	Відшкодовано витрат, проведених з порушенням законодавства, X3
ВВП, у фактичних цінах, Y	1			
Обсяг охоплених контролем фінансових і матеріальних ресурсів, X1	0,243820961	1		
Недоотримано фінресурсів, X2	0,506276043	0,525013	1	
Відшкодовано витрат, проведених з порушенням законодавства, X3	0,846224816	0,697819	0,632362	1

Джерело: розраховано автором

Дані кореляційної матриці прямо свідчать про те, що зв'язок між факторами присутній, проте їх рівень залежності різниться. Найбільший вплив на залежну змінну Y, а саме на розмір валового внутрішнього продукту, має змінна X3, тобто обсяг відшкодованих витрат. Вплив даного фактора на ВВП досягає майже 85%.

Для оцінки якості моделі, виявимо залежність впливу приведених факторів на зміну залежного фактора. Для цього розрахуємо коефіцієнт еластичності. Еластичність функції наближено відображає, на скільки відсотків зміниться функція у разі зміни незалежної змінної на 1% (Гур'янова та ін., 2015). Значення коефіцієнту еластичності приведені в таблиці 5.

Таблиця 5

**Значення коефіцієнту еластичності**

$E_{b1}$	$E_{b2}$	$E_{b3}$
-0,289116981	0,023096613	0,836768669

Джерело: розраховано автором

З таблиці 5 стає зрозумілим, що найбільший вплив на зміну ВВП має фактор X3, а саме обсяг відшкодованих витрат. При середньому значенні X3, що становить 383763,5469 та середньому значенні Y, який дорівнює 682281187,5,  $E_{b3}$  складе 0,836768669. Таким чином, при зміні обсягу відшкодованих коштів на 1%, обсяг валового внутрішнього продукту зміниться на 0,84%.

**Висновки.** Поставлена в даному дослідженні ціль мала подвійний характер, а тому виражалася в двох взаємопов'язаних задачах. Виявивши зв'язок між найбільш залежними факторами, такими як обсяг відшкодованих витрат та обсяг ВВП, та оцінивши його якість, ми отримали можливість, на прикладі даного дослідження, стверджувати, що посилення результативності діяльності агентів контролю в частині відшкодування є вагомим важелем економічного зростання країни через ріст ВВП.

Отримані результати можуть бути емпіричною і теоретичною основою для подальших досліджень в області методології регіональних особливостей наповнення бюджетів через посилення контрольної функції місцевих органів.

### Література

1. Бастейбл Ч.Ф. Общественные финансы / за ред. С. П. Захарченкова [пер. с англ.]. Харків: Виват, 2016. 808 с.
2. Хмельков, А. В. Ценность института контроля для устойчивого развития общества. *Вестник Харьковского национального университета имени В. Н. Каразина. Экономическая серия*. Харьков, 2016. № 91. С. 84–90.
3. Хмельков А. В. Державний фінансовий контроль: підручник. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2017. 228 с.
4. Виговська Н., Стебляно О. Державний фінансовий контроль у системі регулювання земельних відносин. *Галицький економічний вісник*. Тернопіль, 2012. № 4. С. 104–111.
5. Стефанюк І. Державний фінансовий контроль: класифікаційні характеристики. *Вісник Київського національного торговельно-економічного університету*. Київ, 2011. № 4. С. 42–51.
6. Бариніна–Закірова М. В. Деякі проблеми нормативно-правового характеру у сфері державного фінансового контролю. *Фінанси України*. 2005. №1. С.145–154.
7. Глущенко О. В. Формування фінансової архітекτονіки забезпечення національного добробуту: монографія. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2016. 220 с.
8. Державна аудиторська служба України. «Результати діяльності». URL: <http://www.dkrs.gov.ua/kru/uk/publish>.
9. Рахункова палата України. URL: <https://rp.gov.ua/home/>.
10. Офіційний сайт Державної служби статистики «Валовий внутрішній продукт у фактичних цінах». URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
11. Гур'янова Л. С., Клебанова Т. С., Сергієнко О. А., Прокопович С. В. Економетрика : навчальний посібник для студентів напряму підготовки «Економічна кібернетика» всіх форм навчання. Харків: ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2015. 384 с.

### References

1. Bastable, C. F. (2016). Public Finance. In S. P. Zakharchenkova (Ed.). (Trans. In English). Kharkiv: Vivat. (In Russian)
2. Khmelkov, A. V. (2016). The meaningfulness of the institution of control for the sustainable development of society. *Bulletin of V. N. Karazin Kharkiv National University Economic Series*, 91, 65-73. (In Russian)
3. Khmelkov, A. V. (2017). State financial control. Kharkiv: V. N. Karazin Kharkiv National University. (In Ukrainian)
4. Vygovska, N., Steblyanko, O. (2012). State financial control in the system of regulating land relations. *Galician economic journal*, 4, 104-111. (In Ukrainian)
5. Stefaniuk, I. (2011). State financial control: classificant characteristics. *Newsletter of the Kyiv National Trade and Economic University*, 4, 42-51. (In Ukrainian)
6. Barynina-Zakirova, M. V. (2005). Some problems of the regulatory nature in the field of state financial control. *Finance of Ukraine*, 1, 145-154. (In Ukrainian)
7. Hlushchenko, O. (2016). Financial architectonics of national well-being provision. Kharkiv: V. N. Karazin Kharkiv National University. (In Ukrainian)
8. State Audit Office of Ukraine. Results of activity. Retrieved from <http://www.dkrs.gov.ua/kru/uk/publish>.
9. Accounting Chamber of Ukraine. Retrieved from <https://rp.gov.ua/home/>.
10. The State Statistics Service of Ukraine. Gross Domestic Product. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
11. Guryanova, L., Klebanova, T., Prokopovych, S., Sergienko, O. (2015). Econometrics. Kharkiv: Simon Kuznets KhNU of Economics. (In Ukrainian)

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

## **ВІСНИК**

**Харківського національного університету  
імені В.Н. Каразіна**

**Серія «Економічна»**

**Випуск 97**

Збірник наукових праць

Українською, англійською та російською мовами

Відповідальний за випуск Пуртов В.Ф.

В авторській редакції

Підписано до друку 26.12.2019. Формат 70x108/16. Папір офсетний. Друк ризографічний.  
Ум. друк. арк. 7,3. Обл.-вид. арк. 6.8. Наклад 75 пр.

Видавець і виготовлювач  
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,  
61022, Харків, майдан Свободи, 4.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3367 від 13.01.09

Видавництво ХНУ імені В. Н. Каразіна  
Тел. 705-24-32